

KARI LEHTONEN
JORMA SAARELAINEN
JUKKA-PEKKA PITKÄNEN
TUOMO VESAJOKI
KAISA KAUHANEN

Liikenteen välityskykytarkastelukäytännöt

ESISELVITYS



Kari Lehtonen, Jorma Saarelainen,
Jukka-Pekka Pitkänen, Tuomo Vesajoki,
Kaisa Kauhanen

Liikenteen välityskykytarkastelukäytännöt

Esiselvitys

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2012

Liikennevirasto
Helsinki 2012

Kannen kuva: Liikenneviraston kuva-arkisto

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-255-189-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373

Kari Lehtonen, Jorma Saarelainen, Jukka-Pekka Pitkänen, Tuomo Vesajoki, Kaisa Kauhanen: **Liikenteen välityskykytarkastelukäytännöt - Esiselvitys.** Liikennevirasto, hankesuunnitteluosasto. Helsinki 2012. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2012. 39 sivua ja 4 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-189-4.

Avainsanat: liikenteen välityskykytarkastelut, liikenteen simulointi, liikennemallit

Tiivistelmä

Työn tavoitteena oli selvittää Liikenneviraston roolia ja toimintatapoja liikenteen välityskykyohjelmien hallinnoinnissa sekä eritasoisten suunnitelmien välityskykytarkasteluissa. Työtä varten haastateltiin suomalaisia tilaajatahojen ja konsulttitoimistojen edustajia. Haastattelujen perusteella saatiin yleiskuva Suomessa käytettävistä ohjelmistoista, muista menetelmistä sekä niiden käyttökohteista. Samalla kartoitettiin eri osapuolten näkemyksiä siitä, missä tilanteissa ja millä edellytyksillä ohjelmistoja voidaan käyttää. Tässä yhteydessä selvitettiin myös kehitystarpeita ja eri tilaajatahojen roolia liikenteen välityskykytarkasteluissa mm. ohjelmistojen hallinnointiin ja töiden dokumentointiin sekä tutkimustyöhön liittyen.

Työssä perehdyttiin toimintamalleihin Ruotsissa ja Tanskassa. Ulkomaisissa haastatteluissa tutustuttiin siihen, miten tilaajapuoli on organisoitunut ja ohjeistanut viranomaistehtävät liikenteen välityskykytarkasteluissa. Samalla selvitettiin käynnissä olevia ja tulevia tutkimus- ja kehityshankkeita sekä Suomen mahdollisuuksia osallistua niihin. Työssä kerättiin myös ruotsalaisia ja tanskalaisia ohjeita esimerkiksi simulointiohjelmien käytöstä.

Työn tuloksena esitetään ehdotuksia Liikenneviraston ja tienpitoviranomaisten toimintatavoista töiden tilaamisessa, kohdemallien koordinoinnissa ja mallien kehittämisessä. Lisäksi on pohdittu tärkeimpiä lyhyen ja pitkän aikavälin kehitysprojekteja. Tärkeimpinä kehityskohteina pidettiin ohjeiden tekemistä välityskykytarkastelujen ja simulointien tekemiseen. Lisäksi todettiin, että välityskyky- ja simulointiohjelmien kalibrointiin tarvittavat kenttämittaustarpeet tulisi selvittää. Ajantasaista tietoa todettiin puuttuvan ainakin moottoriteiden rampeilta ja sekoittumisalueilta sekä kiertoliittymistä. Myös laskentamenetelmien vertailu ja ohjeistus nähtiin lyhyenajan kehityskohteena.

Kari Lehtonen, Jorma Saarelainen, Jukka-Pekka Pitkänen, Tuomo Vesajoki, Kaisa Kauhanen:
Praxis vid granskning av trafikens kapacitet – Förutredning. Trafikverket, projektplanering.
Helsingfors 2012. Trafikverkets undersökningar och utredningar 37/2012. 39 sidor och 4 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-189-4.

Sammanfattning

Arbetets syfte var att utreda Trafikverkets roll och verksamhetssätt i administrationen av program för trafikkapacitet samt i säkerställandet av kapacitetsanalys i olika projekteringsskeden. För arbetet intervjuades företrädare för finländska beställande instanser och konsultbyråer. Utifrån intervjuerna fick man en allmän bild över de programvaror och övriga metoder som används i Finland samt deras användningsändamål. Samtidigt kartlades olika parterers synpunkter på i vilka situationer och under vilka förutsättningar programvarorna kan användas. I samband med detta utreddes även utvecklingsbehov och olika beställande instansers roll i granskningen av trafikkapacitet i anslutning till bl.a. administrering av program, dokumentering av arbeten samt forskning.

I arbetet studerades verksamhetsmodeller från Sverige och Danmark. I de utländska intervjuerna bekantade man sig med hur den beställande parten hade organiserat och instruerat myndighetsuppgifterna i granskningar av trafikkapacitet. Samtidigt utreddes pågående och kommande forsknings- och utvecklingsprojekt samt Finlands möjligheter att delta i dessa. I arbetet insamlades också svenska och danska instruktioner om till exempel användningen av simuleringsprogram.

Som ett resultat av arbetet presenteras förslag för verksamhetssätt i Trafikverket och väghållningsmyndigheten gällande upphandling, koordinering av objektsmodeller samt utveckling av modellerna. Utöver detta diskuteras de viktigaste utvecklingsprojekten på kort och lång sikt. De viktigaste utvecklingsobjekten ansågs vara framtagandet av instruktioner för att göra kapacitetsanalys och simuleringar. Det konstaterades vidare att behoven av fältmätningar för kalibrering av kapacitets- och simuleringsprogrammen borde utredas. Det konstaterades också att aktuell information saknades från åtminstone motorvägsramper och växlingssträckor samt cirkulationsplatser. Även en jämförelse av beräkningsmetoder och anvisningar för dessa ansågs vara ett utvecklingsobjekt på kort sikt.

Kari Lehtonen, Jorma Saarelainen, Jukka-Pekka Pitkänen, Tuomo Vesajoki, Kaisa Kauhanen: **Current State of Traffic Capacity Analysis in Finland.** Finnish Transport Agency, Project Planning. Helsinki 2012. Research reports of the Finnish Transport Agency 37/2012. 39 pages and 4 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-189-4.

Summary

The aim of the study was to examine the role and the practice of the Transport Agency in management of traffic capacity software, as well as capacity analysis at different levels of plans. For the survey, interviews were made to the representatives of Finnish authorities, cities and consultant firms. The interviews gave a good overview of the state of capacity calculations and simulation in Finland. At the same time the different stakeholders' views was mapped under which situations and conditions the software can be used. The interviews also revealed the current and desired roles of the different stakeholders and the near future development needs including management of software and documentation of the work, as well as research work.

Operational models, best practices and the future development paths were benchmarked from Sweden and Denmark in this study. The interviews of Swedish and Danish experts unfold how capacity analysis are organized and instructed by the governmental and city authorities. It was also studied the ongoing and future research and development projects and Finland's opportunities to participate in them. Swedish and Danish guidelines and regulations, e.g. the guideline how to use different simulation programs, were also collected.

As a result of this study several recommendations for the next steps and near future projects are given to Finnish Transport Agency and road management authority. These include clarifying the order and tender process, coordinating object models, as well as developing models. In addition, the study gives recommendations for long term development projects as well. These recommendations include the creation of a guidebook for capacity analysis and simulation studies. In addition, it was found that the need for additional field measurement required for capacity analysis and simulation software calibration should be examined. It was preliminary found that the up to date information is insufficient at least from the highway ramps and mixing zones, as well as traffic roundabouts. Also, the comparison of the different calculation methods and simulation tools should be done in the near future.

Esipuhe

Työssä selvitettiin Liikenneviraston roolia ja toimintatapoja liikenteen välityskykyohjelmien hallinnoinnissa sekä eritasoisten suunnitelmien välityskykytarkasteluissa. Työtä varten haastateltiin suomalaisia tilaajatahojen ja konsulttitoimistojen edustajia touko- ja kesäkuun 2012 aikana. Lisäksi haastateltiin muutamia tilaajatahojen edustajia Ruotsista ja Tanskasta. Ulkomaisissa haastatteluissa selvitettiin välityskykytarkasteluihin liittyvien viranomaistehtävien organisointia ja ohjeistusta. Samalla selvitettiin käynnissä olevia ja tulevia tutkimus- ja kehityshankkeita sekä Suomen mahdollisuuksia osallistua niihin.

Työn tuloksena esitetään jatkotoimenpiteitä, joita ovat mm. ohjeet simulointien tekemiseen, välityskykyohjelmien kalibrointiin tarvittavien kenttämittaustarpeiden selvittäminen sekä laskentamenetelmien vertailu ja ohjeistus.

Liikennevirastosta työtä ohjasivat Kari Lehtonen ja Jorma Saarelainen. Rambollista työhön osallistuivat Jukka-Pekka Pitkänen, Tuomo Vesajoki ja Kaisa Kauhanen sekä Tanskasta Morten Agerlin Petersen ja Ruotsista Johan Wahlstedt ja Anders Sjöholm.

Helsingissä lokakuussa 2012

Liikennevirasto
Hankesuunnitteluosasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	8
1.1	Tausta	8
1.2	Työn tavoitteet	8
1.3	Työn kulku ja tutkimusmenetelmät	9
1.4	Termistö	9
2	TILANNE SUOMESSA	11
2.1	Tilaajaosapuolten haastattelut	11
2.1.1	Tilaajan rooli	11
2.1.2	Prosessi ja ohjeistus	11
2.1.3	Ohjelmistot, matemaattiset mallit, laskentataulukot jne.	14
2.2	Suunnittelijoiden haastattelut	15
2.2.1	Tilaajan rooli	15
2.2.2	Prosessi ja ohjeistus	16
2.2.3	Ohjelmistot, matemaattiset mallit, laskentataulukot jne.	17
3	TILANNE POHJOISMAISSA	19
3.1	Ruotsi	19
3.2	Tanska	22
4	YHTEENVETO HAASTATTELUISTA	25
4.1	Tilaajat	25
4.2	Suunnittelijat	25
4.3	Ulkomaat	26
5	MIKROSKOOPPISTEN OHJELMISTOJEN LOGIIKKA JA PARAMETRIT	29
5.1.1	Yleistä	29
5.1.2	Paramics	29
5.1.3	Vissimin parametreja	30
6	JATKOSUOSITUKSET	34
6.1	Liikenneviraston rooli	34
6.1.1	Töiden tilaaminen	34
6.1.2	Kohdemallien koordinointi	34
6.1.3	Mallien kehittäminen	34
6.2	Ohjelmisto	35
6.3	Ohjeistuksen kehittäminen	36
6.4	Kansainvälinen yhteistyö	37
6.5	Kansalliset kehitystarpeet	38
6.5.1	Lyhyen aikavälin (7 kk) kehitysprojektit	38
6.5.2	Pitkän aikavälin (1–3 vuotta) kehitysprojektit	38
	LÄHDELUETTELO	39
	LIITTEET	
Liite 1	Suomenkieliset haastattelukysymykset	
Liite 2	Englanninkieliset haastattelukysymykset ulkomaisille viranomaisille	
Liite 3	Haastatellut henkilöt	
Liite 4	Kööpenhaminan kaupungin ohje vierekkäisten liittymien tarkasteluun	

1 Johdanto

1.1 Tausta

Liikennevirtojen toimivuutta on tarkastelu aikaisemmin erilaisten laskentamallien avulla. 1990-luvulta lähtien on ollut mahdollista tehdä yksityiskohtaisia tarkasteluja liikenteen simuloinnin keinoin, jolloin liikenteellisiin tarkasteluihin on voitu sisällyttää erilaisia yksityiskohtaisia määrittelyjä ja vuorovaikutusta erilaisten tekijöiden välillä helpommin kuin käyttämällä raskaita ja monimutkaisia käsin tehtäviä matemaattisia laskentamenettelyjä. Pitkän kehitystyön tuloksena on syntynyt Yhdysvalloissa laajasti Euroopassakin käytössä oleva ohjeisto mm. liikennevirtojen tarkastelemiseksi (HCM – Highway Capacity Manual). Tätä ohjetta on sovellettu monissa suomalaisissakin suunnitteluohjeissa.

Simuloinnista onkin tullut yksi merkittävä liikenteellisten tarkastelujen toteutustapa. Simulointi sopii erityisesti yksityiskohtien tarkasteluun, koska simulointiohjelmissa on yksittäisten tekijöiden vuorovaikutuksen kuvausmahdollisuuksia. Simulointi soveltuu myös laajojen verkkokokonaisuuksien tutkimiseen, yksittäisistä kulkutavoista useiden eri kulkutapojen ja matkaketjujen mallintamiseen. Simulointi auttaa havainnollistamaan, arvioimaan ja vertailemaan liikenteen sujuvuutta vaihtelevissa olosuhteissa sekä olemassa olevassa että suunnitellussa liikenneympäristössä.

Simuloinnin avulla voidaan mallintaa satunnaisvaihtelua sisältäviä toimintoja, sillä osa tiedoista generoidaan malliin todennäköisyysjakaumien perusteella. Luotettavan simulointimallin avulla voidaan tehdä muun muassa vaikutustarkasteluja erilaisista liikennejärjestelmäratkaisuista.

1.2 Työn tavoitteet

Työn keskeisenä tavoitteena on kartoittaa Liikenneviraston **nykyistä roolia ja toimintatapoja liikenteen välityskykyohjelmien hallinnoinnissa sekä eritasoisten suunnitelmien välityskykytarkasteluissa**. Työn tavoitteen saavuttamiseksi tutustuttiin toimintamalleihin Ruotsissa ja Tanskassa ja siihen, miten esim. Trafikverket on organisoitunut ja ohjeistanut viranomaistehtävät liikenteen välityskykytarkasteluissa. Työssä kerätään mahdollisia ruotsalaisissa ja tanskalaisissa suunnitteluohjeissa olevia suosituksia mm. simulointimenetelmien käytöstä suunnittelutyössä. Tärkeimmät Ruotsista ja Tanskasta selvitettävät asiat olivat:

- **Ohjelmistot:** mitä välityskykymalleja ja niihin perustuvia ohjelmistoja tie-liikenteen ratkaisujen toimivuus- ja palvelutasotarkasteluissa käytetään.
- **Ohjelmistojen soveltuvuus:** miten hyvin ohjelmistot soveltuvat käytettäväksi Suomessa ja millä edellytyksin sekä niiden kehitystarpeet.
- **Ohjelmistojen hallinnointi:** miten ohjelmistojen hallinnointi pitäisi järjestää.
- **Kehitystyö:** miten niitä aiotaan kehittää ja mitä tahoja niissä on mukana.
- **Viranomaisten rooli:** miten paikalliset tie- ja liikenneviranomaiset ovat kehitystyössä mukana ja mikä heidän roolinsa on ohjelmistojen käytön suhteen.

- **Suomen rooli:** millaiset mahdollisuudet Suomella on olla ohjelmistojen kehitystyössä mukana ja saada niitä käyttöönsä (kustannukset, lisenssimaksut jne.).

Simulointiohjelmilla tarkastellaan yleensä, miten eri suunnitteluratkaisuilla voidaan vaikuttaa liikenteen sujuvuuteen. Selvitystyön toisena tavoitteena on **kartoittaa simulointimenetelmiä ja simulointimenetelmien käyttökohteita** erityisesti tie- ja katu-liikenteessä sekä simuloinnin käyttömahdollisuuksia pääväylien liittymien ja eritasoliittymien toimivuuden testaamisessa. Lisäksi tarkastelun yhtenä erityiskohteena on simuloinnin käyttö työnaikaisten liikennejärjestelyiden toimivuuden arvioinnissa. Tässä yhteydessä tehdään myös katsaus erityisesti Suomessa käytössä olevien simulointiohjelmien perusominaisuuksista sekä vertailu ohjelmien soveltuvuudesta erityyppisiin käyttötarkoituksiin. Simulointiohjelmista selvitetään erityisesti, miten liikenteen välityskykyä koskevat tietokoneohjelmat ja mallit ovat syntyneet sekä miltä osin ne ovat uskottavia.

1.3 Työn kulku ja tutkimusmenetelmät

Työtä varten haastateltiin kahdeksan suomalaista tilaajaa ja viisi suunnittelu-toimistoa. Lähes kaikilta tahoilta haastatteluun osallistui useampi kuin yksi henkilö. Tanskassa ja Ruotsissa haastateltiin kaksi tilaajan edustajaa. Haastattelut tahot ja henkilöt on nimetty liitteessä 3.

Haastattelut tehtiin ensisijaisesti henkilökohtaisissa tapaamisissa toukokuun 2012 aikana, ja niistä kaikista kirjoitettiin muistio, joka toimitettiin haastattelulle hyväksyttäväksi. Muistioiden pohjalta on koottu tähän raporttiin yhteenveto.

Haastattelun runko ja avainkysymykset toimitettiin haastateltaville henkilöille etukäteen. Kaikkiin kysymyksiin ei ollut tarkoitus vastata, vaan keskusteluissa keski-tyttiin vastaajan taustan kannalta olennaisimpiin asioihin.

Suomen haastattelut tekivät Jukka-Pekka Pitkänen, Tuomo Vesajoki ja Kaisa Kauhanen. Tanskan haastattelut teki Morten Agerlin Petersen (Ramboll) ja Ruotsin haastattelut Johan Wahlstedt ja Anders Sjöholm (Ramboll).

1.4 Termistö

Kohdemalli

Esimerkiksi simulointimalli, joka on tehty johonkin tiettyyn kohteeseen (liittymä, alue jne.).

Välityskykymalli

Välityskykymallit ovat erilaisiin laskentakaavoihin ja liikennevirran ominaisuuksiin perustuvia makromalleja, jotka käsittelevät liikennettä yhtenäisenä virtauksena ja ilmiönä erottelematta yksittäisiä ajoneuvoja ja tapahtumia liikennevirrassa. Ero mikrotason liikenne-malleihin on se, että mikromallit lähtevät yksittäisten ajoneuvojen ja kuljettajien keskinäisistä sekä liikenneympäristön välisistä vuoro-

vaikutussuhteista. Makromallit käsittelevät liikennevirtaa yhtenäisenä ja jatkuvana ilmiönä, jonka käyttäytyminen on riippuvainen virran ominaisuuksista (ajoneuvomäärä ja -tiheys) ja vallitsevista olosuhteista (geometriset rajoitukset, kaistamäärät, jne.).

Makroskooppinen simulointi

Makroskooppisessa mallissa ei mallinneta yksittäisiä vuorovaikutuksia, vaan tutkittavia yksiköitä käsitellään joukkoina, esimerkiksi liikenne käsitellään yhtenä virtana. Makroskooppisia simulointiohjelmia ovat mm. Visum ja EMME.

Mikroskooppinen simulointi

Mikroskooppisessa simuloinnissa mallinnetaan jokainen yksikkö (esim. ajoneuvo, jalankulkija ja raitiovaunu) ja yksikköjen väliset vuorovaikutukset erikseen. Mikroskooppiset mallit voivat olla yksittäisiä osia liikenneverkosta tai jopa kokonaisia kaupunkeja. Mikroskooppisia simulointiohjelmia ovat mm. Vissim ja Paramics.

Mesoskooppinen simulointi

Mesoskooppinen malli on mikro- ja makroskooppisen mallin välimuoto. Mallissa ei ole yksittäisiä vuorovaikutuksia, vaan mesoskooppinen malli pyrkii mallintamaan esimerkiksi ajoneuvoryhmien liikkeitä. Mesoskooppisia simulointiohjelmia ovat mm. Dynameq ja Contram.

2 Tilanne Suomessa

2.1 Tilaajaosapuolten haastattelut

2.1.1 Tilaajan rooli

Tilaajilta löytyy perusosaamista liikenteen välityskykytarkasteluihin ja liikenteen mallintamiseen, mutta resurssien puutteen takia välityskykytarkastelut teetetään pääosin suunnittelutoimistoilla. Vaikka tarkasteluja tehdään vähän itse, niin tilaajalla on oltava asiantuntemusta tulkita tuloksia.

Kehitystyötä ei juurikaan tehdä, mutta poikkeuksena on HSL, joka kehittää ja ylläpitää Helsingin seudun liikennejärjestelmän HLJ strategista liikenne-ennustemallia ja -järjestelmää ja niiden osana malleja välityskyvystä. Myös Helsingin kaupunki tekee simulointeja ja liikenne-ennusteita.

Tilaaja omistaa tilaamansa kohdemallit, ja usein tämä on määritetty jo tarjouspyynnössä. Konsultit luovuttavat kohdemallit tilaajalle, joka jakaa niitä eteenpäin seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Poikkeuksena Tampere, jossa keskustan mallit ovat yhden suunnittelutoimiston hallussa, ja joka tekee keskustan alueen mallinnukset ja toimii asiantuntijana muille konsulteille. Toinen poikkeus on HSL:n liikenne-ennustemalli, jonka käyttöoikeudet on määritetty tarkasti, ja myös toisen työn yhteydessä muokatut mallit on luovutettava HSL:lle.

Tilaajista puolella ei ole ohjelmistoja omassa omistuksessa ollenkaan, puolella on joitakin ohjelmistoja (mm. Synchro, EMME).

Tilaajat näkivät **Liikenneviraston roolin** välityskykytarkasteluissa ensisijaisesti perustutkimuksen rahoittajana ja käytäntöjen, erityisesti raportoinnin käytäntöjen, yhdistäjänä. Perustutkimuksista toivottiin ohjelmien kalibrointia Suomen olosuhteisiin. Lisäksi toivottiin kohdemallien koordinoitua, sillä olisi tärkeää tietää mitä mallia käytetään milläkin alueella (listaus tai karttapohjainen esitys siitä esim. kuka tehnyt, mitä ja minne, ja millä lähtötiedoilla).

Yksittäisissä vastauksissa todettiin lisäksi:

"Tilaajatahojen roolit olisi tärkeää selkiyttää (LiVi/ELY:t)."

"Liikenneviraston tulisi tukea esim. yliopistoja niiden kehittämisessä ja tutkimustyössä."

"Liikennevirasto on kaukana kuntien käytännön työstä."

2.1.2 Prosessi ja ohjeistus

Projektityössä **suurimmaksi puutteeksi** koettiin tehtyjen töiden raportointi. Sekä lähtötietojen että tulosten kirjaamiseen toivottiin yksiselitteisiä ohjeita, jotta raportteja olisi helppo lukea myös työn päättymisen jälkeen ja konsultin vaihtuessa.

Käytetyn liikenne-ennusteen ja sen lähtökohtien sekä maankäyttötietojen kuvaaminen koettiin erityisen tärkeiksi. Nykyliikennemäärätiedot voivat olla puutteellisia, sillä

kaikissa kunnissa tarvittavia laskentoja ei ole tehty. Lisäksi liittymälaskentoja on tehty vähän verrattuna poikkileikkauslaskentoihin. Lähtötietojen taso koettiin vaihtelevaksi:

"Tunnuslukujen tuottaminen on puutteellista: viivytyksiä, jononpituuksia jne. ei yleensä ole kerrottu. Nämä tulisi kertoa esim. kolmesta kriittisimmästä liittymästä, isossa verkossa ei tarpeen kuvata koko verkon tietoja."

Muutama haastatelluista korosti myös raportin kirjoittamisen ja tulosten havainnollistamisen merkitystä:

"Raporteissa käytetty kieli on usein huonoa tai niin vaikeasti kirjoitettua, että vain asiantuntija ymmärtää sen."

"Tulosten havainnollistaminen voi olla puutteellista, esimerkiksi kuvista ei löydy kaikkia liikennemääriä tai katuja nimiä. Kuvat ovat usein myös heikkolaatuisia."

Muita esille tulleita parannuskohteita olivat:

"Välityskykytavoitteet ovat välillä liian korkeat, sillä liian usein vaaditaan välityskykyä A ja B."

"Jos suositellusta ratkaisusta karsitaan esim. kaista pois, niin myös lopullinen ratkaisu tulisi simuloida. "

"Myös työnaikaisten järjestelyjen vaikutuksia välityskykyyn olisi hyvä selvittää."

Haastatteluissa nousi esiin myös osapuolten asiantuntemus. Tekijöiden ja tilaajien asiantuntemus koettiin tärkeäksi, mutta vaihtelevaksi, mikä vaikuttaa tulosten tulkinnaan. Suunnittelijoilta toivottiin kriittisistä suhtautumista liikenne-ennusteisiin sekä perehtymistä liikennemääriin. Liikennemäärätietoja saatetaan käyttää virheellisesti, esimerkiksi käytetään keskivuorokausiliikennettä, kun pitäisi käyttää tuntiliikennettä.

Liikenteen toimivuustarkastelut tehdään pääsääntöisesti **kaikissa suunnittelu- vaiheissa** tilavarauksista rakennussuunnitteluun saakka. Laajemmat vaikutukset tarkastellaan EMME-mallilla, yksityiskohtaisemmat simuloidaan. Mallintamalla voidaan tarkastella usein myös erilaisia muutostilanteita, joissa maankäyttö tai liikenneverkko muuttuu merkittävästi. Tapaukset voidaan tutkia joko erillisissä liittymissä tai pidemmällä tiejaksolla. Lisäksi voidaan mallintaa liikennevalo-ohjausta. Haastattelujen perusteella tarkasteluja tehdään myös muutostilanteissa, esimerkiksi keskikaide- ja muissa sujuvuuteen vaikuttavissa ratkaisuissa tai työnaikaisissa tarkasteluissa. Tosin nykyisillä ohjelmistoilla ei ole mahdollista laskea keskikaideratkaisuja, tai käyttäjän on osattava tehdä se muilla keinoin.

Asiantuntemuksen merkitys nousi esiin tässäkin asiassa:

"Hankkeissa on käytettävä maalaisjärkeä ja pohdittava kannattaako välityskykytarkastelut tehdä."

"Nykykäytäntönä lienee tarkastella toimenpiteiden vaikutuksia välityskykyyn vain hyvin suppealla alueella (esimerkiksi vain siinä liittymässä ja sen välittömässä ympäristössä, johon toimenpiteitä ollaan suunnittelemassa)."

Ohjeista ja niiden tarpeellisuudesta käytiin paljon keskustelua. Yleisesti todettiin, että varsinaisia välityskykytarkasteluihin tarkoitettuja ohjeita ei ole, mutta esimerkiksi poikkileikkausohjeita käytetään tarkastelujen tukena. Joillakin alueilla myös tila on rajoittava tekijä:

"Katutila rajoittaa toimintaa, joten suunnittelussa pitää joka tapauksessa toimia rajoitetussa ympäristössä."

Käytännössä tilaaja määrittää tavoitteet ja toimittaa lähtöaineiston, noudatettavien periaatteiden valinta jää konsultin vastuulle. Usean tilaajatahon mielestä välityskykytarkastelujen ohjeistusta tulisi kuitenkin tarkentaa. Mallien käyttöohjeistusta tarvitaan varmistamaan luotettavat ja vertailukelpoiset tulokset. Mallien parametreja tulisi säätää alueellisesti. Lisäksi tarvitaan tutkimustietoa. Myös nykyisten suunnitteluohjeiden päivittämistä (esimerkiksi liittymävälien osalta) pidettiin tärkeänä.

Mallien mukaisista **tuloksista** joudutaan käytännön työssä poikkeamaan usein, kun tila tai rahat loppuvat. Tällöin joudutaan tekemään kompromisseja. Mikäli joudutaan tekemään kompromisseja, niin nämä tapaukset tulisi aina kirjata muistiin.

Haastatteluissa nousi esille yksittäisiä kaupunkialueiden ongelmakohtia:

"Nykyään hyväksytään myös hallittu ruuhkautuminen."

"Kaavassa toimivuustarkastelut ovat yksi näkökohta, mutta esim. liittymien paikkoihin ja liittymätyyppiin vaikuttavat myös korttelien suunnitelmat ja kaupunkikuva."

"Kaupunkialueen liikenne ruuhkautuu, mutta jonot pitäisi saada pysymään turvallisella alueella, ei esim. ulottumaan moottoritielle vaaraa aiheuttaen. Tärkeintä turvata joukkoliikenteen esteetön kulku ja minimoida viiveet reittikaduilla ja se vaikuttaa suuntien priorisointiin."

Kohdemallit ja niiden antamat tulokset huomioidaan väylähankkeiden suunnittelutöiden eri vaiheissa. Välillä tarkastelut teetetään etukäteen erityisesti isoissa hankkeissa ja huomioidaan jo tarjousvaiheessa, välillä ne ovat osa hanketta. Toisinaan tarkasteluja tehdään myös rakennustyön aikaisista järjestelyistä.

Ohjelmistovalinnoista syntyi paljon keskustelua, sillä usein jo tarjouspyynnössä edellytetään tarjoajilta tietynlaista osaamista ja/tai ohjelmistoja.

"Tilaajan ei pitäisi määrittää mitä ohjelmaa tulee käyttää tarkasteluissa. Sen sijaan voidaan esim. määrittää, että simulointiohjelman tulee käyttää reitinvalintaa, jolloin rajaa tiettyihin ohjelmiin."

"Toisaalta ohjelmat eivät lue toistensa tietoja oikein, eli ohjelmia ei välttämättä kannata vaihtaa suunnitteluvaiheiden välillä."

2.1.3 Ohjelmistot, matemaattiset mallit, laskentataulukot jne.

Tehtyjen haastattelujen perusteella käytetyimmät ohjelmat, mallit, taulukot ja niiden käyttötarkoitukset ovat:

Mikroskooppiset simulointiohjelmat:

- **Synchro / Simtraffic:** jaettu Synchro-liikennevalosuunnitteluohjelmaan ja Simtraffic-simulaattoriin. Ohjelmisto on suunniteltu ensisijaisesti valo-ohjauksisten liittymien mallintamiseen ja valo-ohjattujen liittymien ja verkkojen toiminnan simulointiin. Ohjelmistolla voidaan myös mallintaa ja simuloida valo-ohjaamattomia liittymiä, kiertoliittymiä ja ramppeja.
- **Paramics:** soveltuu sekä kaupunki- että moottoriteliikenteen simulointiin.
- **VISSIM:** Paramicsin tavoin ohjelmisto sopii kaupunki- ja maantieliikenteen simulointiin. Alunperin VISSIMin kehitystyö on painottunut erityisesti kaupunkiliikenteeseen, mutta viime aikoina ohjelmistoon on kehitetty mm. uusi moottoriteiden ajoneuvonseurantamalli. Helsingin kaupunki on käyttänyt VISSIMiä kaikissa viimeaikaisissa joukkoliikenteen simulointitehtävissä.

Makroskooppiset simulointiohjelmat:

- **EMME:** Kaikissa isoissa hankkeissa, joissa maankäyttö muuttuu paljon tai suunnitellaan uutta tietä.

Mesoskooppiset simulointiohjelmat:

- **Dynameq:** nk. välimalli

Muut välityskykytarkastelumenetelmät:

- **Käyrästöjä** ei juuri käytetä, lähinnä niitä tarvitaan tulosten varmistamiseen.
- **LIVASU-ohjeet:** tehdään karkeita laskelmia esim. miten paljon autoja risteyksestä pääsee läpi erilaisilla valo-ohjelmilla.
- **Capcal:** käytetään lähinnä yksittäisten liittymien pikatarkasteluihin.

Kaikki haastatellut sanoivat, että malleja **ei ole kalibroitu** tarpeeksi hyvin vastaamaan paikallisia olosuhteita. Tarvetta kalibroinneille olisi jonkin verran sekä paikallisesti että ajallisesti (talvi/kesäolosuhteet).

Parametreja voi säätää ja niitä myös säädetään (mm. liikennevaloasetukset, kääntymisnopeudet). Parametrien säätämiseen kaivataan kuitenkin nykyistä enemmän ohjausta ja ohjeita.

Lisäksi keskusteltiin tulosten **luotettavuudesta** mm. kiertoliittymissä. Lähes kaikki sanoivat, että kokemuksen mukaan liikennevalomallit toimivat hyvin. Kaikissa tarkasteluissa korostettiin asiantuntemusta ja sen merkitystä tulosten arvioinnissa.

Lisäksi haastellut totesivat, että:

"Kokemuksen perusteella tulokset ovat olleet riittävän luotettavia. Parametrien sijasta arvostelu on kohdistunut liikennemääräennusteisiin."

"Pääsääntöisesti tulokset ovat olleet luotettavia. Ratkaisut ovat olleet toimivia, mutta kaikkia ei ole vielä toteutettu."

Työnaikaisten järjestelyiden simulointeja on tehty vähän, mutta niille olisi tarvetta. Lähes kaikki tilaajapuolen vastaajat yhtä lukuun ottamatta totesivat, että niitä voisi

tehdä enemmänkin vilkkaissa kohteissa. Simuloinnit tekee usein myös kohteen urakoitsija.

2.2 Suunnittelijoiden haastattelut

2.2.1 Tilaajan rooli

Suunnittelijoilla oli kaikilla lähes samanlainen mielipide siitä, että tilaajilla tulisi olla tieto suunnittelukohteisiin tehdyistä kohdemalleista (poikkeuksena yksi konsulttitaho, jonka mielestä rekisteriä ei tarvita). Tilaajilla ei välttämättä tarvitse olla tehtyjä malleja, mutta rekisteri tehdyistä töistä tulisi olla. Tämä helpottaisi projektien aloittamista myös konsulttien näkökulmasta. Käytännössä mallien toimittaminen ja toimivuuden varmistaminen jää konsulttien vastuulle ja konsulttien välisen vuoropuhelun varaan. Viranomaisen pitäisi asettaa tavoitteet ja standardit sekä määritellä työ siten, että laatutavoitteet toteutuvat.

Haastatteluissa saatiin myös muutamia poikkeavia vastauksia:

"Viranomaisen ei pitäisi määritellä mitä ohjelmistoa (etenkään kaupallista) tulisi käyttää."

"Varsinaista rekisteriä siitä, mitä malleja millekin alueelle on tehty, ei tarvita. Hankkeisiin osallistuu yleensä kuntien ja ELY-keskusten edustajia, joilta saa tiedon aikaisemmista töistä."

Mallien vapaa jaettavuus koettiin erityisen tärkeäksi. Tilaajat omistavat tilaamansa mallit ja jakavat malleja vapaasti, kun työhön on toimeksianto. Lisäksi koettiin tärkeäksi, että mallit olisivat vapaasti jaettavissa myös konsulttien välillä.

Muita kommentteja aiheeseen olivat:

"Jos malli kuitenkin sisältää osia, jotka ovat esim. konsultin omana kehitystyönä tuottamia, on niistä sovittava työn alussa. Myös tarjouspyynnöissä mallien/tulosten luovutettavuus tulisi ottaa huomioon."

"Poikkeuksena HSL, jolla on erittäin tiukka käytäntö mallien suhteen. HSL omistaa pääkaupunkiseudun mallin ja antaa luvat mallin käyttöön. Jos malliin tehdään jotain muutoksia, niin muokatutkin mallit on toimitettava HSL:lle."

Suunnittelijoiden mielestä tilaajien ei ole tarpeellista omistaa ohjelmistoja, riittää kun heillä on **asiantuntemusta** tilata suunnittelutöitä ja jakaa tehtyjä malleja eteenpäin:

"Tilaajilla ei yleensä ole tarvetta omistaa ohjelmistoja tai malleja. Useilla tilaajatahoilla malleja tarvitaan niin harvoin, että mallien ylläpito tulee liian kalliiksi. Jos malleja kuitenkin tarvitaan usein, voi olla järkevää tuottaa ylläpidettäviä malleja, joita voidaan luovuttaa myös konsulteille käyttöön."

Suunnittelijoiden haastatteluissa **Liikenneviraston rooli** nähtiin lähinnä tutkimustiedon tuottajana ja ohjeistuksen yhtenäistäjänä valtakunnallisella tasolla. Aiheesta käytiin paljon keskustelua, joissa tuli esille monenlaisia kommentteja:

"Liikenneviraston ja ELY-keskusten tulisi selkiyttää vastuunjako erityisesti välityskyky-tarkasteluissa. Suurimmat kaupungit tulisi ottaa mukaan yhteistyöhön. Tilaajien toimintatapoja tulisi yhtenäistää."

"Liikenneviraston T&K –budjetista pitäisi ohjata suoraan perustutkimukseen, jota tehtäisiin esim. TKK:lla - eikä siis konsulteilla. Uuden HCM:n sovittaminen ainakin tärkeimmiltä osilta Suomen olosuhteisiin."

"Omaa simulointimallia ei ole syytä kehittää."

"Liikennevirasto voisi ylläpitää listaa mihin EMME-malleja on tehty. Liikenne-ennustepuoli tarvitsisi koordinaattorin, esim. pääkaupunkiseudun liikenne-ennustevastaavan virka."

"Liikenneviraston pitäisi ylläpitää valtakunnallisia ennustemalleja, joita käytetään päätöksenteon tukena mm. päätettäessä uusista tiehankkeista."

2.2.2 Prosessi ja ohjeistus

Haastattelujen perusteella **suurimmiksi ongelmiksi** koettiin lähtöaineiston, erityisesti liikenne-ennusteiden ja nykyliikennemäärien, saatavuus ja luotettavuus. Myös suunnittelijat kokivat raportoinnin vaihtelevan tason ongelmaksi, erityisesti tekijöiden vaihtuessa. Muita esille nousseita kommentteja olivat:

"Konsultit käyttävät eri ohjelmistoja. Ohjelmistot soveltuvat eri tarkoituksiin, mutta tilaajat eivät välttämättä tiedä ohjelmistojen eroista."

"Alan koulutustilanne – millaista koulutusta järjestetään ja missä?"

"Liikenne-ennusteen tulisi perustua todelliseen maankäytön muutokseen eikä vain yleiseen kasvuprosenttiin."

"Tarkastelut tehdään liian tarkasti pitkän aikavälin ennusteilla."

"Simulointimallit soveltuvat huonosti kiertoliittymien tarkasteluun ja verkollisiin tarkasteluihin laajoilla verkoilla."

"Liittymien välityskykyä aletaan usein arvioida liian aikaisessa suunnitteluvaiheessa."

Suunnittelijoiden mukaan tarkastelut tehdään kaikissa isoissa hankkeissa **kaikissa vaiheissa**, tarvittaessa myös rakennussuunnittelussa. Keskustelua käytiin paljon myös välityskykytarkastelujen merkityksestä osana muuta suunnittelua:

"Pitäisi käydä enemmän keskustelua ja käyttää tarvittaessa konsulttien asiantuntijoita apuna mietittäessä tarkastelujen tarpeellisuutta."

"Liikennesuunnittelun pitäisi olla projekteissa mukana alusta loppuun. Yleensä liikennesuunnittelu jää projekteissa liian aikaisessa vaiheessa pois."

"Maankäyttö- ja rakennuslaissa on ohjeistettu, että liikenteelliset vaikutukset tarkastettava. Voisiko siihen lisätä tarkennuksen miten liikenteelliset vaikutukset tulisi selvittää?"

Ohjeistus koettiin ristiriitaiseksi. Tilaajilla ei ole suunnittelijoille ohjeita välityskykytarkasteluihin – toisaalta suunnitteluohjeet ovat toisinaan liian tiukat. Tarjouspyynnöissä on yleensä maininta, että liikenteen toimivuus on varmistettava. Toisinaan on määritelty, että toimivuus on tarkistettava simuloimalla ja joskus on mainittu millä ohjelmalla. Haastatteluissa nousi esille myös suunnittelijoiden vastuu siitä miten työ

tehdään. Käytännössä usein työohjelma on se ohje, jota noudatetaan. Monet suunnittelijat noudattavat myös omia laatuohjeitaan ja sisäisiä ohjeita esim. simulointien tekemisessä.

"Suunnitteluohjeissa on toisinaan liian tiukat määräykset esim. liittymävälien suhteen. Näistä määräyksistä tulisi olla mahdollisuus keskustella tapauskohtaisesti, ja esim. kaupunki- ja maaseutuolosuhteet tulisi käsitellä erikseen. Suunnitteluohjeet tulisi päivittää vastaamaan nykytilannetta."

Tulosten kirjaamisesta ja raportoinnista oltiin yhtä mieltä. Mikäli tuloksista poikeaan, niin tulisi se kirjata, ja lisäksi tulisi muistaa, että mallit eivät ole ainoa totuus, vaan että tuloksista tulisi aina keskustella. Välillä mallien tuloksia noudatetaan liiankin tarkasti:

"Yleensä ongelma on simulointimallien tulosten orjallinen noudattaminen ja siitä johtuva ylimitoitus pitkän aikavälin ennusteilla. Vaikka simulointimalli osoittaa jonkin ratkaisun parhaaksi, niin voi olla jo etukäteen tahtotila toteuttaa jokin toinen ratkaisu. Tämä johtuu esim. kustannussyistä, tilanpuutteesta."

Välityskykytarkastelujen huomioiminen suunnittelussa tulisi kirjata selkeämmin. Lähes kaikki haastatellut toivoivat välityskykytarkastelujen huomioimista jo tarjousvaiheessa. Tarjouksessa tulisi määritellä tarkasteltavat skenaariot: tavoitevuosi, aamu, päivä, ilta vai kaikki. Mikäli on varauduttava tarkastelemaan useampi infra-vaihtoehto, niin tulisi se mainita. Lisätarkasteluille olisi hyvä määritellä hinta jo etukäteen.

"Toimivuustarkastelut voisi tilata myös erikseen. Kun ne ovat osana isoa tarjousta, niin niistä karsitaan helposti ensimmäisenä."

"Jo tarjouspyynnössä pitäisi mainita onko liikenne-ennuste tehty, sillä se vaikuttaa olennaisesti työmäärään."

2.2.3 Ohjelmistot, matemaattiset mallit, laskentataulukot jne.

Suunnittelijoiden vastausten perusteella käytetyimmät ohjelmat, mallit, taulukot ja niiden käyttötarkoitukset ovat:

Makroskooppiset simulointiohjelmat:

- **EMME:** Käytetään liikenteen sijoittelussa.
- **STAN:** Erityisesti tavaraliikenteen strategiseen ennustamiseen, isoihin hankkeisiin, väylämaksuihin jne. liikenteen hinnoitteluun

Mikroskooppiset simulointiohjelmat:

- **Paramics:** suurempien ajoneuvo- ja bussihankkeiden toimivuustarkastelut, erityisesti, jos on reitinvalintaa. Monimutkaiset kiertoliittymät
- **Synchro:** liikennevalotarkastelut. Yksittäiset liittymät
- **OpenTrack:** rautatiesimuloinnit, voidaan käyttää myös metro- ja raitiovaunu-liikenteeseen.
- **VISSIM:** kaupunkiliikenteen simuloinnit, jalankulku- ja joukkoliikennesimuloinnit (etenkin joukkoliikenne-etuudet ml. raitiovaunuliikenne, ostoskeskukset ja joukkoliikenneterminaalit).

Mesoskooppiset simulointiohjelmat:

- **Dynameq:** mesosimulointiohjelma, käytetään vaihtoehtovertailuissa

Muut menetelmät välityskykytarkasteluihin:

- LIVASU 2005
- Liikennevirran ominaisuudet -opetusmoniste
- Kiertoliittymätarkasteluja voidaan tehdä TKK:n/Tiehallinnon kiertoliittymän laskentamallia käyttäen.
- Joskus hyödynnetään erilaisiin tilanteisiin sovitettuja jonomalleja
- perinteisiä laskentamalleja (esim. Highway Capacity Manual) käytetään tulosten varmistamiseen silloin, kun tulee kapasiteettiongelmaa.

Perinteisiä laskentamalleja (esim. Highway Capacity Manual) käytetään ohjelmistojen sijaan vähän. Niitä käytetään lähinnä silloin, jos tarvitaan toinen mielipide, mutta niillä ei tehdä laajempia tarkasteluja. Pienissä toimeksiannoissa esisuunnittelijat hyödyntävät perinteisiä laskentamalleja, jolloin ei välttämättä oteta liikennesuunnittelijaa mukaan.

Muutamalla suunnittelutoimistolla on omia sisäisiä kehitysprojekteja kalibroinneista, mutta haastattelujen perusteella **kalibrointityö** on vähäistä. Se koettiin kuitenkin tärkeäksi useiden vastausten perusteella:

"Raskaan liikenteen määrä säädetään. Perusasetuksina ovat muuten simulointiohjelman normaalit laskenta-asetukset."

"Pitäisi olla HCM:n suomalainen versio, kuten Tanskassa on DanKap."

"Synchrossa on käytetty Helsingin KSV:n ohjetta sovittamisesta Suomen olosuhteisiin."

"Meillä on sisäinen kalibrointiprojekti, joka koskee Paramicsia ja Vissimia."

Lisäksi keskusteltiin parametreistä, joiden todettiin olevan melko vapaasti säädettävissä. Ilman perusteita ei kuitenkaan parametreja käytännössä muuteta. Toisaalta esimerkiksi pääkaupunkiseudulle ei ole omia parametreja tai erillisiä talviolosuhdeparametreja. Tällaiset parametreja toivottiin kehitettävän ja jaettavan kaikille käyttäjille, niin se kehittäisi alaa eteenpäin.

Kohdemallien kohteeseen antamia **tuloksia** pidettiin luotettavina. Tosin kaikki haastatellut totesivat, että kohteista on toteutettu vähän eikä tuloksia ole seurattu:

"Kokemuksen perusteella simuloimalla tarkastellut ja toteutetut kohteet toimivat hyvin."

"EMME-ennusteet ovat luotettavia pääväylillä, suurin riski on, jos maankäyttö on ennustettu väärin. Poikkileikkauksissa ennusteet pitävät yleensä hyvin paikkansa, kääntyvät virrat on hankalampi ennustaa."

"Simulointihankkeissa usein verrataan muutama ratkaisu. Jos oletukset ja ennusteet tehty samalla pohjalla, vertailusta saadaan luotettava tieto siitä mikä ratkaisu voi toimia paremmin kuin toinen ja missä mahdolliset ongelmakohteet."

Kokemukset **työnaikaisten järjestelyiden simuloinneista** ovat vähäisiä, mutta osa suunnittelijoista on niitä kuitenkin tehnyt:

"On tehty Paramicsilla ja Synchrolla työmaa-aikaisia toimivuustarkasteluja."

"Työnaikaisia on tehty viime vuosina enemmän, lähinnä vaikeissa kohteissa. Lähinnä on käytetty Paramicsia. Näitä on ollut erityisesti työnaikaisten periaatesuunnitteluvaiheessa ja jonkin verran töiden ollessa jo käynnissä."

"Kokemuksen perusteella voi sanoa että tulokset vastasivat totuutta, mutta tarkempia mittauksia ei ole tehty."

3 Tilanne Pohjoismaissa

3.1 Ruotsi

Käytössä olevat ohjelmistot

Tukholman kaupungilla on käytössä seuraavat ohjelmat:

- Makrosimuloinneissa: EMME-SAMPERS (VISUM)
- Mesosimuloinneissa: CONTRAM, Dynameq, MEZZO
- Mikrosimuloinneissa: VISSIM, (Qubes)
- Analyttiset laskentamenetelmät: Capcal, LinSig, TRANSYT

Trafikverketillä on käytössään:

- Makrosimuloinneissa: EMME (Sampers)
- Mesosimuloinneissa: Dynameq ja Contram (poistumassa käytöstä, mutta käytetään edelleen Tukholman alueella)
- Mikrosimuloinneissa: VISSIM (Mezzo, Avenue, Aimsun)
- Analyttiset laskentamenetelmät: HCM, TPMA, (CALMAR)

Trafikverket: Kaikkia malleja hyödynnetään kaikissa suunnitteluvaiheissa. Käytettävä malli riippuu projektin tavoitteesta. Valtakunnallisella tasolla SAMPERSia ja EMMEä käytetään strategisessa suunnittelussa. Malleja hallinnoidaan ja päivitetään Trafikverketin toimeksiannosta valtakunnallisesti. Niitä käytetään pitkän tähtäimen toimenpiteiden suunnitteluun.

Alueellisella tasolla löytyy alueellisia SAMPERS- ja EMME-malleja, joita myös käytetään strategisessa suunnittelussa. Trafikverket hallinnoi ja päivittää näitä malleja alueellisesti. Käyttö raportoidaan valtakunnallisesti.

Mesosimulointimalleja käytetään tapauskohtaisesti ja erityisprojekteissa. Tukholman alueella on Contram-mesosimulointimalli ja Dynameq-mallia ollaan rakentamassa. Malmössä on Dynameq-malli. Trafikverket käyttää toisinaan myös VISSIM:iä.

Ohjeet

Trafikverketillä on omat ohjeet liikenne-ennusteita varten, joita noudatetaan. Tukholman kaupunki on myös tehnyt ohjeet parametrien säätämiseen mikrosimuloinneissa.

Tukholman kaupungin mukaan osa konsulteista käyttää HCM:ää tai TV 131:tä.

Trafikverketin ohjeistus on puutteellista lukuun ottamatta mikrosimulointi- ja Contram-ohjeita. Välituskäytarkasteluihin on olemassa ohje TV 131 70-luvulta. TV 131 on myös lähtökohtana Contramille, jota käytetään monissa hankkeissa. Contram on enemmän tai vähemmän pakollinen esiselvitystasolla Trafikverketin hankkeissa, ja sille on olemassa ohjeet. Jotkut konsultit käyttävät Arcadyä/Picadyä tai Sidraa, mutta niitä ei ole virallisesti hyväksytty eikä niitä saa käyttää Trafikverketin projekteissa. Ohjeita mikrosimulointeihin ollaan kehittämässä Trafikverketin projektissa METKAP (ks. kohta Kehitystyö).

Analyttiset menetelmät

Tukholman kaupunki käyttää analyttisiä menetelmiä pienemmissä projekteissa ja arvioitaessa simulointitarvetta. Liikennevaloissa käytetään periaatteessa vain manuaalisia laskelmia.

Trafikverket käyttää analyttisiä menetelmiä usein "pohjana" ja jos ne eivät riitä, niin simuloidaan. Välttelyskykylaskentaohjelma Capcalia käytetään paljon, ja se on pääasiassa analyttinen. Capcalia käytetään välillä tilanteissa, joihin se ei ole riittävän hyvä.

Tilaajan tehtävät

Tukholman kaupungilla on omaa osaamista, mutta tiettyyn rajaan asti. Kaupunki ei tee itse paljon mallinnuksia, mutta tilaajan on kuitenkin oltava ammattitaitoinen.

Trafikverket tekee tarkasteluja onkin verran, mutta turvautuu enimmäkseen konsultteihin ja tutkijoihin. Välttelyskykyasiantuntijoita löytyy Trafikverketistä, mutta ei varsinaisia simulointiasiantuntijoita. Tarkoituksena on vahvistaa Trafikverketin omaa osaamista simuloinneissa ja välttelykykanalyseissa.

Tukholman kaupunki kerää mallit ja katsoo voidaanko niitä jakaa tekijöille, jotka tarvitsevat niitä tulevissa projekteissaan. Kaupunki omistaa mallit.

Trafikverket tekee Tukholmassa paikalliset analysoinnit ja Borlängessa (pääkonttorilla) valtakunnalliset analysoinnit. Tavoitteena on, että verovaroin rahoitettuja malleja voitaisiin käyttää vapaasti. Jakamiseen voidaan käyttää esimerkiksi tätä sivustoa: <http://www.trafikanalysforum.se/>.

Kalibrointi paikallisiin olosuhteisiin

Tukholman kaupunki on kalibroinut joitakin osia, mutta kaikki osat eivät ole kalibroituja.

Trafikverket on kalibroinut joitakin malleja vastaamaan paikallisia olosuhteita, mutta tämä tekee mallien vertaamisesta vaikeaa.

Tarkastelujen suurimmat haasteet

Tukholman kaupunki

- ohjeiden puuttuminen
- koordinoinnin puuttuminen
- lähtötietojen puutteellisuus
- Osaamisen puuttuminen ei ole niin iso ongelma. Ongelma se on vain silloin, jos keskusteluyhteys ei toimi. Vain harva osaa kapasiteettianalyysistä hyvin. Ohjelmat ovat näennäisesti helppokäyttöisiä ja niitä voi käyttää väärin, jos ei ole tietoa mihin käyttöön ohjelmat soveltuvat.

Trafikverket

- Liikenne-ennusteiden luotettavuus on suurimpia ongelmia. Tieto erilaisten mallien heikkouksista puuttuu tilaajilta.

Parametrien säätäminen

Tukholman kaupungin mukaan parametrit ovat säädettävissä ja niitä saa säätää, mutta kaupungille pitää raportoida niistä, jotka on muutettu "äärimmäisiksi".

Trafikverketin projekteissa käytetään CONTRAM- ja VISSIM-ohjeita, mutta käytännössä parametrit voidaan säätää vapaasti.

Suunnitteluohjeet

- Tukholman kaupunki: CONTRAM, TV131, VU94, CAPCAL.
- Trafikverket: Lähes kaikki arvot saadaan TV131:stä, joka perustuu 70-luvulla tehtyihin kenttämittauksiin. Joitakin arvoja on muutettu myöhempien tutkimusten perusteella.

Ohjeita ovat siis: VGU (kaikki ympäristöt), TV131 (kaikki ympäristöt) ja TPMA (yleiset tiet kaupunkialueilla). TV131 ei ole saatavissa sähköisessä muodossa, sillä se on niin vanha.

Välityskykytarkastelut eri suunnitteluvaiheissa

Tukholman kaupunki ei huomioi välityskykytarkasteluja tarjousvaiheessa. Raportissa pitäisi kuvata mitä on tehty, mutta valitettavasti tämä ei aina toteudu.

Trafikverket ottaa välityskykytarkastelut mukaan eri lailla erilaisissa projekteissa. Vaatimuksena on käyttää esim. VISSIM-ohjeita, mutta on vaikea seurata noudatetaanko ohjetta. Päättäneet projektit pitäisi dokumentoida hyvin, mutta käytännöt ovat hyvin erilaisia. Makromallien raportointiin on tulossa selkeät ohjeet, joiden tekeminen on parhaillaan käynnissä.

Kehitystyö

Tukholman kaupunki ei tee itse kehitystyötä, mutta mielellään haluaa, että muut tekevät. Kaupunki tukee tutkimusta ja ottaa osaa hankeryhmiin. Haluttaisiin tehdä enemmän tutkimusta ja kehitystä, mutta kehitystyöhön ei ole aikaa. Kaupunki osallistuu pohjoismaiseen liikennevaloyhteistyöhön.

Trafikverket on aloittanut projektin METKAP (METoder för KAPacitetsanalys) TV 131:n tietojen päivittämiseksi ja uusien välityskykyohjeiden tekemiseksi. Trafikverket rahoittaa työn, mutta sen tekee KTH ja VTI yhdessä muutamien konsulttitoimistojen kanssa. Lisäksi keskustellaan siitä tulisiko Capcal päivittää vai pitäisikö jokin toinen ohjelma (esim. Sidra) kalibroida ja ottaa käyttöön "virallisena" laskentaohjelmana. Ohjeisiin liittyen METKAP on ainoa kehitystyö tällä hetkellä. Työn tuloksena Trafikverket julkaisee ohjeet välityskykytarkasteluja varten, joita varmaankin voisi käyttää myös Suomessa. Myöhemmin saadaan rahoitusta SKL:stä (Sveriges Kommuner och Landsting) ja sen myötä parempia lähtöaineistoja. METKAP-kehitystyön vastuunhenkilö on Karl Bång KTH:lta, jota haastateltiin tätä työtä varten.

Hänen mukaansa METKAP-työssä ei tehdä kenttämittauksia, mutta siinä hyödynnetään seuraavia tutkimuksia:

Traffic Performance for Major Arterials (TPMA), (1997-2005, KTH, VTI)

- 4- ja 6-kaistaiset moottoritiet
- rampit ja sekoittumisalueet

CAPCAL (1997–2000, LTH)

- liikenneympyrät

EMV (2001–2005, KTH, LTH, VTI)

- valo-ohjatut liikenneympyrät
- valo-ohjaamattomat liikenneympyrät
- kadut

SIGCI (2008–2009, KTH, Ramboll)

- valo-ohjatut liikenneympyrät

METCIRK (käynnissä, KTH)

- kävelijöiden ja pyöräilijöiden käyttäytyminen liikenneympyrässä.

TÄTHA (2007–2011, KTH, VTI)

- nopeusrajoitusten vaikutukset.

Pysäköinti (käynnissä, KTH, WSP)

- pysäköinti, autojen lastaaminen ja purkaminen.

Käytössä on lisäksi CALMAR-ohjelma, joka on välityskyklaskentaohjelma kaupunki-alueiden moottoriteille. Trafikverket, KTH ja yksityiset toimijat kehittävät sitä yhdessä. CALMAR pohjautuu TPMA:n tietoihin.

Yhteistyömahdollisuudet

Tukholman kaupunki ei osannut sanoa yhteistyömahdollisuuksista, mutta Trafikverketillä empiiriselle aineistolle on aina tarvetta, mutta se on kallista ja hidasta kerätä. Suomen ja Ruotsin liikenne olisi kuitenkin tarpeeksi samanlaista. METKAP-kehitystötä varten on jo olemassa kenttämitta-aineistoja. Tanskalaiset ovat mukana METKAPin kehittämisessä, joten jos suomalaiset ovat kiinnostuneita yhteistyöstä, niin kannattaa ottaa yhteyttä Karl Bångiin ja Per Strömgreniin (KTH).

3.2 Tanska

The Danish Road Directorate (VD)

VD on vastuussa valtion teistä ja tehtävänä tietää missä ongelmia esiintyy nyt ja missä niitä odotetaan tapahtuvan tulevaisuudessa. VD:llä on ongelma-alueista tietokanta, joka perustuu subjektiivisiin arvioihin ja kansalaisilta sekä poliisilta saatuihin raportointeihin. VD tekee toimivuustarkasteluja ja sillä on järjestelmä, joka mittaa jatkuvasti nopeuksia GPS:llä isosta ajoneuvojoukosta. Tätä dataa käytetään osoittamaan pullonkaulat tieverkostossa.

Käytössä olevat ohjelmistot

- Makrosimuloinneissa: EMME, VISUM
- Mikrosimuloinneissa: VISSIM
- Analyttiset laskentamenetelmät: Dankap
- Dankapia käytetään karkeissa ja alustavissa arvioissa, muuten käytetään Vissimiä. Visumia käytetään laajemmilla verkoilla.

Ohjeet

Dankapin ja Vissimin suositeltavat perusasetukset on esitetty tiesuunnitteluohjeissa. Konsultit saavat käyttää muitakin asetuksia, mutta tämä pitäisi selvittää tarkasti raportissa. Tiesuunnitteluohjeita ovat mm.: "Välityskyky ja palvelutaso" ja "Mikrosimulointiohjeet". Normaalisti VD omistaa kohdemallit ja kaupalliset ohjelmistotyökalut. VD:llä on lisenssit Vissimiin ja EMMEen. Käytännössä käyttö on melko vähäistä.

Analyttisten menetelmien käyttö

Dankapia käytetään karkeissa arvioinneissa. Muutamissa tapauksissa käytetään Highway Capacity Manuals Highcapia.

Tilaajan oma osaaminen

VD:llä on jonkin verran omaa osaamista, vaikka ohjeistukset ovatkin yksityiskohtaisia. VD ei käytä Vissimiä itse.

Mallien kalibrointi

VD:llä on tarkoitus kalibroida ohjelmia käyttäen videonauhoituksia, mittauksia jne. VD haluaisi pystyä panostamaan tähän enemmän.

Suurimmat ongelmat

Ongelmia ei ole ohjeiden tai ohjelmistojen kanssa. Kaupallista ohjelmistoa Dankapin sijaan on mietitty, mutta silti käytössä on vielä Dankap.

Kehitystyö

VD kehittää Dankapia sekä ohjeistuksia välityskylaskentoihin ja simulointeihin. VD tekee jatkuvasti liikennevirtojen perustutkimusta pitääkseen ohjeet ajan tasalla. Eri-tyiskohteet, kuten sekoittumisalueet, on tutkittu. Tutkimusta on tehty jonkun verran Ruotsin liikennesuunnittelijoiden kanssa. Suomi on erittäin tervetullut osallistumaan mukaan.

VD:n välityskykytarkasteluihin liittymät tutkimusprojektit viimeisten 5–10 vuoden ajalta:

- Liikenteen käyttäytyminen sekoittumisalueilla ja sekoittumisalueiden kapasiteetti
- Kaksikaistaisten maanteiden välityskyky
- Kriittinen aikaväli ja seuranta-aikaväli valo-ohjaamattomissa risteyksissä
- Kaksikaistaiset kiertoliittymät
- Palvelutaso moottoriteiden tulo- ja poistumisrampin sekoittumisalueilla

Tutkimusprojektit seuraavien 2-3 vuoden aikana (suunnitteilla, mutta päätöksiä ei ole tehty):

- Seuranta-ajan kenttämittaukset valo-ohjatuissa liittymissä
- Työnaikaisten liikennejärjestelyjen toimivuus
- Liittymien jonopituuksien ja viivytyksen laskentakaavojen päivittäminen analyttisiä malleja varten

Tutkimustyön tekevät yhteistyössä VD (The Danish Road Directorate) ja konsultti-toimistot.

Yhteistyö

Dankap voisi olla helposti käännettävissä englanniksi (tai suomeksi), mutta olisi vähän hankalampaa kääntää ohjeistuksia. Tällä hetkellä ne ovat saatavilla vain tanskaksi.

VD ottaa osaa pohjoismaisessa ryhmässä (NordKap). Suomea edustaa Pauli Velhonoja.

Työnaikaiset järjestelyt

VD on tarkkaillut liikenteen toimivuutta tietyöalueilla ja käyttää tuloksia arvioidessaan liikenteen jonoutumista tietöissä (käytössä yksinkertaisen taulukkolaskentaohjelman avulla). Tietyömaiden vaikutuksia on hankala arvioida ja on vaikeaa selittää muutoksia samankaltaisten tilanteiden välillä. Myös välityskyvyn muutoksia ajan kuluessa voi olla hankala käsitellä. Kun tietyömaa on uusi, niin välityskyky on huono ennen kuin kuljettajat tottuvat siihen tai valitsevat mahdollisesti uuden reitin.

Kööpenhaminan kaupunki:

Konsultit tekevät suurimman osan liittymien suunnittelusta. Konsultin on esitettävä työn yhteydessä perustelut eli liikenteen toimivuustarkastelut. Konsultit voivat vapaasti valita ohjelmistot, joita käyttävät tarkastelujen tekemiseen.

Joskus tarkastelujen oikeellisuuden varmistamiseen käytetään tunnuslukuja, jotka saadaan asiantuntijoilta ja/tai oppikirjoista (esim. Vejtrafik, Harry Lahrman & Steen Leleur, Polyteknisk Forlag). Tällä hetkellä kaupunki ei tee itse välityskykytarkasteluja.

Kun tarkasteluja tehdään viereisissä liittymissä kaupungilla on käytössään oma kaavio (ks. liite 4). Joissain tapauksissa yhteenkytkettyjen liittymien optimointi teetetään konsulteilla, jotka käyttävät Transsytiä tai Vissimiä. Kööpenhaminan kaupunki aikoo ostaa Vissimin tänä vuonna, jotta se voisi tehdä simuloinnit jatkossa itse. On tärkeää, että valittavassa ohjelmistossa on hyvä käyttöliittymä liikennevalojen ohjauskojeseen (Peek EC2), jonka käytön Kööpenhaminan kaupunki uskoo laajenevan lähivuosiin. Tämän takia valittavaksi jää kaksi simulointiohjelmaa, joko Vissim tai espanjalainen Aimsun.

4 Yhteenveto haastatteluista

4.1 Tilaajat

Haastattelujen perusteella tilaajat ovat sitä mieltä, että heiltä löytyy riittävästi perusosaamista välityskykytarkasteluihin. Resurssien puutteen takia välityskykytarkastelut teetetään suunnittelutoimistoilla. Samasta syystä kehitystyötä ei tehdä juuri ollenkaan. Tilaajista noin puolella ei ole ohjelmistoja omassa omistuksessa ollenkaan, noin puolella on joitakin ohjelmistoja (mm. Synchro, EMME).

Tilaaja omistaa aina tilaamansa mallit, ja usein tämä on määritetty jo tarjouspyynnössä. Konsulttien on luovutettava töiden tuloksena syntyneet kohdemallit tilaajalle, joka tarvittaessa jakaa niitä eteenpäin seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Liikenteen toimivuustarkastelut tehdään pääsääntöisesti kaikissa suunnitteluvaiheissa, välillä aina tilavaraussuunnitelmasta rakennussuunnitteluun saakka.

Projektityössä suurimmiksi puutteiksi koettiin tehtyjen töiden raportointi. Sekä lähtötietojen että tulosten kirjaamiseen toivottiin yksiselitteisiä ohjeita, jotta raportteja olisi helppo lukea myös työn päättymisen jälkeen ja/tai konsultin vaihtuessa.

Usean tilaajatahon mielestä välityskykytarkastelujen ohjeistusta tulisi kuitenkin tarkentaa. Vai muutamalla tilaajalla oli omat ohjeet välityskykytarkastelujen tilaamiseen ja raportointiin, mutta yleistä ohjetta ei ole. Ainoat noudatettavat ohjeet ovat erilaisia suunnitteluohjeita, esimerkiksi katujen poikkileikkausohjeet.

Mallien mukaisista tuloksista joudutaan käytännön työssä poikkeamaan usein, kun tila tai rahat loppuvat. Tällöin joudutaan tekemään kompromisseja. Myös poikkeaminen raportointiin toivottiin yhtenäisempää ohjeistusta.

Työnaikaisten järjestelyiden simulointeja on tehty vähän, mutta niitä pidettiin kiinnostavina ja niille olisi tarvetta. Lähes kaikki vastaajat yhtä lukuun ottamatta totesivat, että niitä voisi tehdä enemmänkin vilkkaissa kohteissa.

Liikenneviraston rooli nähtiin tilaajien keskuudessa perustutkimuksen rahoittajana, raportoinnin käytäntöjen yhtenäistäjänä ja kohdemallien koordinoijana. Lähes kaikki vastanneet mainitsivat nämä kolme asiaa, lisäksi useat toivoivat tilaajatahojen vastuunjaon selkiyttämistä.

4.2 Suunnittelijat

Suunnittelijoilla yhtä lukuun ottamatta oli sama mielipide siitä, että tilaajilla tulisi olla tieto tehdyistä kohdemalleista. Lisäksi mallien vapaa jaettavuus myös konsulttien kesken koettiin erityisen tärkeäksi.

Suunnittelijat korostivat vastauksissaan, että tilaajien ei ole tarpeellista omistaa ohjelmistoja, mutta heillä tulisi olla asiantuntemusta tilata suunnittelutöitä.

Haastattelujen perusteella suurimmiksi ongelmiksi koettiin lähtöaineiston, erityisesti liikenne-ennusteiden, saatavuus ja luotettavuus. Olemassa oleva lähtöaineisto vaihtelee suuresti kunnittain. Myös suunnittelijat kokivat raportoinnin vaihtelevan tason ongelmaksi, erityisesti suunnittelutoimiston vaihtuessa suunnitteluvaiheiden välillä. Tulosten kirjaamisesta ja raportoinnista oltiin yhtä mieltä. Mikäli tuloksista poiketaan, niin tulisi se kirjata. Ohjeistus koettiin ristiriitaiseksi. Tilaajilla ei ole suunnittelijoille ohjeita välityskykytarkasteluihin – toisaalta suunnitteluohjeet ovat toisinaan liian tiukat.

Myös suunnittelijoiden mukaan tarkastelut tehdään kaikissa isoissa hankkeissa kaikissa vaiheissa, tarvittaessa myös rakennussuunnittelussa. Keskustelua käytiin paljon myös välityskykytarkastelujen merkityksestä osana muuta suunnittelua, erityisesti niiden huomioiminen suunnittelun päätöksenteossa tulisi kirjata selkeämmin. Kaikki kommentoijat toivoivat välityskykytarkastelujen mukaan ottamista jo tarjousvaiheessa. Kokemukset työnaikaisten järjestelyiden simuloinneista ovat vähäisiä, osa suunnittelijoista on niitä kuitenkin tehnyt.

Haastattelujen perusteella perinteisiä laskentamalleja (esim. Highway Capacity Manual) käytetään ohjelmistojen sijaan vähän. Kaikki suunnittelijat käyttävät lähes ainoastaan erilaisia ohjelmistoja eri tarkoituksiin. Lähes kaikista suunnittelutoimistoista löytyy makro- ja mikrosimulointiohjelmaa, muutamista myös mesosimulointiohjelmaa.

Muutamalla suunnittelutoimistolla on omia sisäisiä kehitysprojekteja ohjelmistojen kalibrointiin, mutta haastattelujen perusteella kalibrointityö on vähäistä. Se koettiin kuitenkin tärkeäksi useiden vastausten perusteella, ja siihen toivottiin Liikennevirastolta aktiivisempaa otetta.

Liikenneviraston rooli nähtiin hyvin samalla tavalla kuin tilaajien keskuudessa. Myös suunnittelijoiden haastatteluissa Liikenneviraston rooli nähtiin ensisijaisesti tutkimustiedon tuottajana ja ohjeistuksen yhtenäistäjänä valtakunnallisella tasolla. Samalla yli puolet vastaajista toivoi valtakunnallista listaa tehdyistä kohdemalleista, osan mielestä tilaajilta saa kuitenkin tarvittaessa aikaisemmin tehdyt kohdemallit riittävän helposti.

4.3 Ulkomaat

Ruotsissa on käytössä seuraavat ohjelmat:

- Makrosimuloinneissa: EMME-SAMPERS (VISUM)
- Mesosimuloinneissa: CONTRAM, Dynameq, MEZZO
- Mikrosimuloinneissa: VISSIM, (Qubes, Mezzo, Avenue, Aimsun)
- Analyttiset laskentamenetelmät: Capcal, LinSig, TRANSYT

Huom. Sekä Tukholman kaupunki että Trafikverket eivät tee tarkasteluja itse, vaan tilaavat ne konsulteilta.

Tanskassa on käytössä seuraavat ohjelmat:

- Makrosimuloinneissa: EMME, VISUM
- Mikrosimuloinneissa: VISSIM
- Analyttiset laskentamenetelmät: Dankap

- Dankapia käytetään karkeissa ja alustavissa arvioissa, muuten käytetään Vissimiä. Visumia käytetään laajemmilla verkoilla.
- Kööpenhaminan kaupungilla käytössä oma taulukko liikennevaloja varten.

Ohjelmien hallinnointi:

- Trafikverket: Makromallit (SAMPERS ja EMME) valtakunnallisesti ja osittain myös alueellisesti
- Mesosimulointimallit tapauskohtaisesti. Tukholman alueella on Contram-mesosimulointimalli ja Dynameq-mallia ollaan rakentamassa. Malmössä on Dynameq-malli.

Ohjeet:

- Tukholman kaupunki: oma ohje parametrien säätämiseen mikrosimuloinneissa. CONTRAM, TV131, VU94, CAPCAL.
- Trafikverket: Vältyskykytarkasteluohje TV 131 70-luvulta. Myös Contramille on olemassa ohjeet. Lisäksi VGU (kaikki ympäristöt), TPMA (yleiset tiet kaupunkialueilla). Ohjeita mikrosimulointeihin ollaan kehittämässä Metkapissa.
- Tanska: Suuntaviivat Dankapille ja Vissimille on esitetty tiesuunnitteluohjeissa suosituksia perusasetuksien osalta. Lisäksi Tiesuunnitteluohjeita: "Vältyskyky ja palvelutaso" ja "Mikrosimulointiohjeet".

Tilaajan rooli:

- Tukholman kaupunki: Kaupunki omistaa mallit ja jakaa eteenpäin.
- Trafikverket: Omistaa mallit ja jakaa eteenpäin. Jakamiseen voidaan käyttää esimerkiksi tätä sivustoa: <http://www.trafikanalysforum.se/>
- Tanska (VD): omistaa kohdemallit ja kaupalliset ohjelmistotyökalut. VD:llä on lisenssit Vissimiin ja EMMEen. Käytännössä käyttö on melko vähäistä.

Ohjelmistojen kehitystyö:

- Tukholman kaupunki: osallistuu pohjoismaiseen liikennevaloyhteistyöhön
- Trafikverket: METKAP (METoder för KAPacitetsanalys) TV 131:n tietojen päivittämiseksi ja uusien vältyskykyohjeiden tekemiseksi.
- Tanska (VD): kehittää Dankapia sekä ohjeistuksia vältyskykylaskentoihin ja simulointeihin.

Yhteistyömahdollisuudet:

- Ruotsi: METKAP-kehitystötä varten on jo olemassa kenttämittausaineistoja. Tanskalaiset ovat mukana METKAP:in kehittämisessä, joten jos suomalaiset ovat kiinnostuneita yhteistyöstä, niin kannattaa ottaa yhteyttä Karl Bångiin ja Per Strömgreniin (KTH).
- Tanska: VD tekee jatkuvasti liikennevirtojen perustutkimusta pitääkseen ohjeet ajan tasalla. Erityiskohteet, kuten sekoittumisalueet, on tutkittu. Tutkimusta on tehty jonkun verran Ruotsin liikennesuunnittelijoiden kanssa.

VD:n vältyskykytarkasteluihin liittymät tutkimusprojektit viimeisten 5–10 vuoden ajalta:

- Traffic operations and capacity at weaving segments (in preparation)
- Kaksikaistaisten maanteiden vältyskyky
- Kriittinen aikaväli ja seuranta-aikaväli valo-ohjaamattomissa risteyksissä
- Kaksikaistaiset kiertoliittymät
- Palvelutaso moottoriteiden tulo- ja poistumisrampin sekoittumisalueilla

Tutkimusprojektit seuraavien 2–3 vuoden aikana (suunnitteilla, mutta päätöksiä ei ole tehty):

- Seuranta-ajan kenttämittaukset valo-ohjatuissa liittymissä
- Työnaikaisten liikennejärjestelyjen toimivuus
- Liittymien jonopituuksien ja viivytysten laskentakaavojen päivittäminen analyyttisiä malleja varten

5 Mikroskooppisten ohjelmistojen logiikka ja parametrit

5.1.1 Yleistä

Mikroskooppisissa liikenteen simulointiohjelmistoissa lähes kaikkien mallin elementtien (mm. ajoneuvot, kuljettajat, jalankulkijat, liikennevalot, portaat, jne.) ominaisuuksia voidaan säätää useiden parametrien avulla. Yleisesti voidaan sanoa, että lähes kaikkea on mahdollista muokata malleissa ja jokaisella parametrin muokkauksella on ainakin vähäinen vaikutus mallin toimintaan ja simulointituloksiin. Yleisimmät säädettävät arvot liittyvät ajoneuvojen ja kuljettajien käyttäytymiseen (esim. Paramicsin Headway factor - ja Reaction Factor), havainnointiin, näkyvyyteen ja tilanteiden ennakkointiin (esim. Paramicsin Approach Visibility -tekijä) sekä kuljettajien aggressiivisuuteen ja tilannetajuun ympärillä tapahtuvista asioista (esim. muiden ajoneuvojen liikkeisiin reagointi)

5.1.2 Paramics

Yleiset parametrit (Core Model Attributes)

- Aika-askeleet (**Time Steps**): Aika-askelten määrä simuloinnissa sekuntia kohden. Mitä suurempi arvo on, sitä useammin simulointimalli päivittyy ja sitä useammin kuljettajille syntyy päätöksentekotilanne.
- Jonossa olevien ajoneuvojen etäisyys (**Queue Gap Distance**): Arvo, jonka ylittyessä peräkkäisten ajoneuvojen ei lasketa olevan jonossa.
- Jonon nopeus (**Queuing Speed**). Arvo, jonka ylittyessä ajoneuvon ei lasketa olevan jonossa.
- Keskimääräinen seuranta-aikaväli (**Mean Target Headway**): Keskimääräinen seuranta-aikaväli kahden peräkkäisen ajoneuvon välillä. Mitä suurempi arvo on, sitä lähempänä toisiaan ajoneuvot pyrkivät ajamaan.
- Keskimääräinen reaktioaika (**Mean Driver Reaction Time**): Viive edellä ajanvan ajoneuvon nopeudenmuutoksesta aiheutuvaan seuraavan ajoneuvon reaktioon. Mitä suurempi arvo on, sitä lähempänä toisiaan ajoneuvot pystyvät ajamaan ja sitä nopeammin kuljettajat pystyvät reagoimaan syntyneisiin tilanteisiin ja tekemään päätöksiä.
- Nopeusmuisti (**Speed Memory**): Ennen nykyistä aika-askelta olevien aika-askelten lukumäärä, jotka ajoneuvo muistaa. Arvon muuttaminen mahdollistaa suurempien reaktioaikojen ja pienempien aika-askelten mallintamisen.
- Pysähtymisetäisyys (**Minimum Gap**): Pysähtyneiden ajoneuvojen välisen etäisyyden minimi. Vaikuttaa välityskykyyn.

Ajoneuvoparametrit (Vehicle Dynamics)

Tyyppi (**Type**): Eri ajoneuvotyypeille voidaan määrittää eri arvoja, joita ovat mm.

- Pituus (**Length**)
- Maksimikiihtyvyys (**Max. Acceleration**)
- Maksimihidastuvuus (**Max. Deceleration**)

Linkin (Link) parametrit

- Näkyvyys (**Approach Visibility**): Määrittää etäisyyden risteyksestä, jolla kuljettaja näkee mahdollisen konfliktin ja tekee päätöksen liittymisestä.
- Aikavälitekijä (**Headway Factor**): Säättää seuranta-aikavälin. Kertoimen pienentäminen lisää ja suurentaminen pienentää välityskykyä.
- Reaktiotekijä (**Reaction Factor**): Säättää reaktioajan. Kertoimen pienentäminen lisää ja suurentaminen pienentää välityskykyä.

Kuljettajien aggressiivisuus (Aggression) ja tietoisuus (Awareness)

Kuljettajien käyttäytymistä säätelevät myös aggressiivisuus (**Aggression**) ja tietoisuus (**Awareness**), jotka saavat arvoja väliltä 0–8. Arvot määräytyvät ajoneuvojen generoitua, eikä näitä parametreja voida määrittää suoraan käyttöliittymästä.

Kyseiset parametrit vaikuttavat mm. ajoneuvon seuranta-aikaväliin, huippunopeuteen, kaistanvaihtohalukkuuteen ja aikavälin hyväksyntään.

Yleistä parametrien kalibroimisesta

Quadstone ei halua luovuttaa Paramicsin sisäisiä ajoneuvomalleja, koska pitää niitä liikesalaisuutena. Quadstone suosittelee painavasti, että ohjelmaa käytettäisiin tärkeimpien perusmallien (ajoneuvoseuranta ja kaistanvaihto) osalta perusasetuksilla. Vain osaa parametreista voidaan muuttaa ilman syntakseja sisältävien tekstitiedostojen luomista tai ohjelmointia.

5.1.3 Vissimin parametreja

Ajoneuvoparametrit

Tyyppi (**Vehicle Type**): Eri ajoneuvotyypeille voidaan määrittää eri arvoja, joita ovat mm.:

- Pituus (**Length**)
- Tavoitenopeus (**Desired Speed**): Nopeusjakauma kullekin ajoneuvotyyppille eri nopeusrajoituksilla
- Maksimikihtiävyys (**Maximum Acceleration**): Maksimi/minimi/keskiarvo-jakauma nopeuden funktiona
- Normaalkihtiävyys (**Desired Acceleration**): Maksimi/minimi/keskiarvo-jakauma nopeuden funktiona
- Maksimihidastuvuus (**Maximum Deceleration**): Maksimi/minimi/keskiarvo-jakauma nopeuden funktiona
- Normaalihidastuvuus (**Normal Deceleration**): Maksimi/minimi/keskiarvo-jakauma nopeuden funktiona

Ajokäyttäytymisen parametrit (Driving Behavior)

Ajokäyttäytymiseen liittyvät parametrit on määritetty erikseen liikenneverkon eri osille (**Urban, Freeway** jne.).

Kuljettajakohdaiset vaihtelut mallinnetaan yhtälöllä, jossa on tekijöinä kuljettajien havainnointi- ja riskinotto-kykyä kuvaavat satunnaisluvut.

Ajoneuvoseurannassa (**Following**) käytettävät mallit ovat joko Wiedemann 74 tai Wiedemann 99.

Wiedemann 74 -malli soveltuu kaupunkiliikenneverkolle (**Urban**), ja sen parametrit ovat:

- Keskimääräinen pysähtymisetäisyys (**Average Standstill Distance**): Pysähtyneiden ajoneuvojen välinen keskimääräinen etäisyys. Variaatio ± 1 m.
- Tavoitteellisen turvavälin lisäosuus (**Additive Part of Safety Distance**) ja
- Tavoitteellisen turvavälin kerroinosuus (**Multiplic. Part of Safety Distance**): Nämä kertoimet otetaan huomioon kaavassa, jolla lasketaan kahden ajoneuvon välinen etäisyys. Mitä suurempia arvot ovat, sitä pienempi on linkin välityskyky.

Wiedemann 99 -malli soveltuu moottoriteille (**Freeway**), ja sen parametrit ovat:

- CC0. Pysähtymisetäisyys. (**Standstill Distance**): Pysähtyneiden ajoneuvojen välinen etäisyys. Ei variaatiota.
- CC1. Seuranta-aikaväli (**Headway Time**): Seuranta-aikavälin minimi. Mitä pienempi arvo on, sitä lähempänä toisiaan kuljettajat pyrkivät ajamaan. Vähentää välityskykyä ja kaistanvaihtoihin.
- CC2. Seurantaetäisyyden vaihtelu (**'Following' Variation**): Arvo määrää, kuinka paljon tavoitteellista seurantaetäisyyttä pidemmäksi kuljettaja antaa etäisyyden kasvaa ennen kuin kiihdyttää lähemmäs edessä ajavaa ajoneuvoa.
- CC3. Kynnysarvo ajoneuvoseurannan alkamiselle (**Threshold for Entering 'Following'**) : Määrittää, kuinka kauan ennen seurantaetäisyyttä ajoneuvo alkaa hidastamaan vauhtiaan.
- CC4. Kynnysarvot ajoneuvoseurannassa tapahtuvalle reagoimiselle (**Negative 'Following' Threshold**) ja
- CC5. (**Positive 'Following' Threshold**): Määrittävät herkkyyden, jolla kuljettaja reagoi seuraamansa ajoneuvon nopeuden muutoksiin. Mitä pienemmät arvot, sitä herkemmin kuljettaja reagoi.
- CC6. Etäisyyden vaikutus nopeuden muutokseen ajoneuvoseurannassa (**Speed Dependency of Oscillation**): Määrittää, kuinka paljon ajoneuvoseurannassa ajoneuvojen välisellä etäisyydellä on merkitystä nopeuden muutokseen. Mitä suurempi arvo, sitä enemmän nopeus vaihtelee seurantaetäisyyden kasvaessa.
- CC7. Kiihtyvyys nopeudenvaihtelussa (**Oscillation Acceleration**): Määrittää, kuinka nopeasti kuljettaja kiihdyttää ajoneuvoseurannassa.
- CC8. Kiihtyvyys paikaltaan lähdettäessä (**Standstill Acceleration**): Määrittää, kuinka nopeasti kuljettaja kiihdyttää paikaltaan lähtiessä.
- CC9. Kiihtyvyys 80 km/h nopeustasosta (**Acceleration at 80 km/h**): Määrittää, kuinka nopeasti kuljettaja kiihdyttää 80 km/h nopeustasosta.

Molemmille malleille yhteiset parametrit ovat:

- Näkyvyys eteenpäin (**Look Ahead Distance; Min., Max.**): Etäisyys, jonka kuljettaja näkee eteenpäin voidakseen reagoida muihin ajoneuvoihin. Tähän liittyy **Observed Vehicles** -parametri, joka määrittää kuljettajan reagointiin vaikuttavien ajoneuvojen määrän.
- Näkyvyys taaksepäin (**Look Back Distance; Min., Max.**): Etäisyys, jonka kuljettaja näkee taaksepäin voidakseen reagoida muihin ajoneuvoihin.

- Väliaikainen tauko huomiointikyvyssä ja sen kesto sekä todennäköisyys (**Temporary Lack of Attention; Duration & Probability**): Mitä suuremmat arvot parametrit saavat, sitä pienemmäksi linkin välityskyky muodostuu.

Kaistanvaihtomallin parametrit (Lane Change)

Kaistanvaihtoa on kahdenlaista: vapaaehtoista ja pakollista. Vapaaehtoinen kaistanvaihto perustuu haluun ajaa nopeammin tai vapaammassa tilassa. Pakollinen kaistanvaihto perustuu tarpeeseen päästä reitin seuraavaan liitoskohtaan (**Connector**).

Vapaaehtoisen kaistanvaihdon tapauksessa VISSIM tarkastelee viereisellä kaistalla taaempaa ajavan ajoneuvon tavoitteellista seurantaetäisyyttä, joka perustuu kyseisen ajoneuvon nopeuteen ja kyseiselle kaistalle vaihtamaan haluavan, toisella kaistalla edempänä ajavan ajoneuvon nopeuteen. Käyttäjällä ei ole mahdollisuutta suoraan määrittää kyseisten kaistanvaihtojen aggressiivisuutta, mutta ajokäyttäytymiseen liittyvällä parametrilla **Headway Time** on vaikutusta vapaaehtoisille kaistanvaihdolle.

Pakollisen kaistanvaihdon tapauksessa ajokäyttäytymisen parametreja ovat kelpuutettu hidastuvuus (**Accepted Deceleration**) sekä kaistanvaihdon suorittavalle ajoneuvolle että sitä taaempaa viereisellä kaistalla ajavalle ajoneuvolle. Nämä riippuvat etäisyydestä seuraavan liitoskohdan pakolliseen kaistanvaihtokohtaan (**Emergency Stop Position**).

Pakollisen kaistanvaihdon aggressiivisuus voidaan myös määrittää parametrien avulla. Sekä kaistanvaihtajalle (**Own**) että ajoneuvolle, jonka eteen kaistaa vaihdetaan (**Trailing Vehicle**), määritetään maksimi- ja kelpuutettu hidastuvuus (**Maximum Deceleration** ja **Accepted Deceleration**). Lisäksi molemmille ajoneuvoille määritetään etäisyys, jota kohden maksimihidastuvuudesta vähenee 1 m/s^2 (**-1 m/s² per Distance**) asteittain etäisyyden kasvaessa pakollisesta kaistanvaihtokohdasta.

Muita parametreja pakolliselle kaistanvaihdolle ovat:

- Odotusaika ennen poistamista (**Waiting Time Before Diffusion**): Aika, jonka jälkeen ajoneuvo poistetaan mallista, jos se ei ole onnistunut tekemään pakollista kaistanvaihtoa.
- Minimietäisyys eteen-/taaksepäin (**Min. Headway (Front/Rear)**): Minimietäisyys edellä ajavaan ajoneuvoon, jonka pysähtynyt ajoneuvo vähintään tarvitsee vaihtaessaan kaistaa edellä ajavan ajoneuvon perään.
- Turvaetäisyyden vähennyskerroin (**Safety Distance Reduction Factor**): Kerroin sisältyy kaavaan, jolla lasketaan kaistanvaihdon normaalia pienempi turvaetäisyys. Kaistanvaihdon tapahduttua normaali turvaetäisyyden arvo tulee voimaan. Kaistanvaihdon aikaiset turvaetäisyydet, joita kerroin koskee, ovat:
 - Taaempaa ajavan ajoneuvon turvaetäisyys, jonka pohjalta päätös kaistanvaihdosta tehdään
 - Kaistanvaihdon suorittavan ajoneuvon turvaetäisyys
 - Turvaetäisyys edessä ajavaan hitaampaan, myös kaistanvaihtoa suorittavaan ajoneuvoon

- Yhteistoiminnallisen jarrutuksen maksimihidastuvuus (**Maximum Deceleration for Cooperative Breaking**): Määrittää ajoneuvon maksimihidastuvuuden, jos kaistanvaihto tapahtuu yhteistyönä kaistanvaihtoon liittyvien ajoneuvojen välillä. Yhteistoiminnallisen jarrutuksen arvo voi olla:
 - Maksimissaan 50 % tavoitehidastuvuudesta, kunnes edessä ajava ajoneuvo vaihtaa kaistaa
 - Edellä mainitun hidastuvuuden ja aiemmin määritetyn maksimihidastuvuuden välillä

Yleensä kaistanvaihtoihin liittyvä hidastuvuus on selvästi maksimihidastuvuutta pienempi, koska kaistaa vaihtava ajoneuvo ei oleta toiselta ajoneuvolta suurta hidastusta.

Valo-ohjauksettomat liittymät

VISSIM mallintaa valo-ohjaamattomat liittymät etuajo-oikeussäännöin (**Priority Rules**) tai konfliktialuein (**Conflict Areas**). Jälkimmäistä tapaa suositellaan suurimmasa osassa tilanteista. Kuljettaja tarkastaa ajoneuvovälin ja aikavälin minimivaatimukset lähestyessään väistämisvelvollista liittymää ja molempien täytyessä liittyy päävirtaan.

Ajoneuvovälin arvo määritetään nollassa, jos konfliktialueella on ajoneuvo.

Aikaväli lasketaan etuajo-oikeutetun ajoneuvon sen hetkisen nopeuden ja etäisyyden (risteysalueen loppuun asti) perusteella.

Konfliktialueisiin liittyviä parametreja ovat:

- Aikaväli eteen ja taakse (**Front- ja Rear Gap**): Liittyvä ajoneuvo jättää kyseiset aikavälit pääsuunnan ajoneuvoon nähden
- Linkin näkyvyys (**Visibility Link [nro]**): Kuinka kaukaa konfliktialueesta kuljettavat voivat havaita kyseisen linkin ja sen tapahtumat
- Turvavälin kerroin (**Safety Distance Factor**): Mitä pienempi kerroin, sitä enemmän sivusuunnan ajoneuvot häiritsevät pääsuunnan liikennevirtaa

Alennetun nopeustason alueet (**Reduced Speed Areas**)

Ajoneuvoille voidaan määrittää haluttu nopeustaso- ja jakauma esim. kaarteisiin ja liittymäalueille.

6 Jatkosuositukset

6.1 Liikenneviraston rooli

6.1.1 Töiden tilaaminen

Liikenteen välityskykytarkastelukäytäntöjen selkiyttämistä erityisesti raportoinnin osalta, kohdemallien koordinoitua ja perustutkimuksen vastuuta pidettiin sekä tilaajien että suunnittelijoiden mielestä Liikenneviraston tärkeimpinä tehtävinä.

Töiden tilaamisessa esille nousivat tärkeimpinä seuraavat kaksi asiaa:

- Tilaajatahojen roolien selkiyttäminen (Liikennevirasto/ELY:t).
- Käytäntöjen yhtenäistäminen erityisesti raportoinnissa ja ohjeen laatiminen toimivuustarkastelujen raportointia varten.

6.1.2 Kohdemallien koordinoitua

Lähes kaikissa vastauksissa ELY-keskuksilta toivottiin koordinoituvastuuta, sillä usein tieto jollekin tietylle alueelle tehdyistä malleista on puutteellinen. Tieto on kyllä saatavissa, mutta ei keskitetysti. Lisäksi Liikenneviraston tärkeänä tehtävänä nähtiin ylläpitää valtakunnallisten ennustemallien ylläpito, mitä käytetään päätöksenteon tukena mm. päätettäessä uusista tiehankkeista.

Liikennevirasto voisi luoda listan, johon työn tekijä täydentäisi ainakin:

- työn tekijän nimi
- työn kohde, nimi ja sijainti
- millä ohjelmalla kohdemalli on tehty
- milloin kohdemalli on tehty
- mitä liikenne-ennustetta on käytetty, ja mitkä ovat olleet työn muut lähtöoletukset
- listaan voisi yhdistää karttapalvelun, johon merkitään mihin kohdemalleja on tehty.

6.1.3 Mallien kehittäminen

Liikenneviraston toivottiin ottavan päävastuu perustutkimuksesta ja sen rahoittamisesta:

- Perustutkimuksen rahoittaminen olisi tärkeää, sillä ohjelmat tulisi kalibroida Suomen olosuhteeseen. Lisäksi Liikenneviraston tulisi tukea esim. yliopistoja niiden kehittämisessä ja tutkimisessa.
- Liikenneviraston T&K –budjetista pitäisi ohjata varoja suoraan perustutkimukseen, jota tehtäisiin esim. TKK:lla. Esimerkiksi uuden HCM:n sovittaminen ainakin tärkeimmiltä osilta Suomen olosuhteisiin olisi tehtävä.
- Omaa simulointimallia ei ole syytä kehittää.

6.2 Ohjelmisto

Simulointiohjelmistoissa on paljon eri parametreja, joiden säätäminen vaikuttaa simulointi tuloksiin. Osa parametreista on sellaisia, jotka muuttavat tuloksia ainoastaan hieman, mutta esim. Vissimissä ja Paramicsissa löytyy säädettävä ”Time Steps” -arvo, jonka säätämisellä on merkittävä vaikutus simulointituloksiin. Vuonna 2010 tehdyn selvityksen mukaan suomen olojen mukaisen välityskyvyn saaminen vaatii kalibroitua, muuten välityskyky jää Paramicsissa valo-ohjatuissa ja -ohjaamattomissa liittymissä selvästi liian pieneksi ja VISSIMissä puolestaan hieman suuremmaksi lukuun ottamatta kiertoliittymiä, joissa saadaan liian pieniä välityskyvyn arvoja. Taulukossa 1 on esitetty yksi esimerkki Time steps -arvon säätämisen vaikutuksesta purkautumisaikavälin tuloksiin. (Ramboll 2010)

Taulukko 1. Purkautumisaikavälit (s) eri lähteiden, mittaustulosten ja simulointien mukaan. (Ramboll 2010)

Nopeus- rajoitus (km/h)	Suunta	Niittymäki Pursula, 1997	Espoo, kesäkuu 2009	Paramics: Time Steps 2	Paramics: Time Steps 6	Paramics: Time Steps 6, kalibroitu (Headway- ja Reaction Factor 0,8)	VISSIM: Time Steps 2 ja 5
40	Suoraan			1,93			1,68
50	Suoraan	1,86	1,85	1,87	2,11	1,82	1,62
60	Suoraan			1,81			1,57
40	Vasemmalle			1,88			1,75
50	Vasemmalle	2,00	1,98	1,87	2,21	1,87	1,76
60	Vasemmalle			1,50			1,76
40	Oikealle			1,94			1,83
50	Oikealle	2,06	2,04	1,91	2,28	1,96	1,83
60	Oikealle			1,87			1,83

Edellä esitetty Time Steps -arvo, on ainoastaan yksi parametri, joka vaikuttaa simulointituloksiin. Euroopassa yleisimmin käytetyissä ohjelmissa (ml. Paramics ja Vissim) on useita kymmeniä parametreja, joiden säätäminen vaikuttaa liikkujien käyttäytymiseen malleissa ja edelleen simulointituloksiin.

Eri ohjelmistojen vertailua ja kalibrointitarpeen arviointia on tehty mm. Teknillisen korkeakoulun ja suomalaisten konsulttien toimesta aiemminkin, erityisesti 1990-luvulla. Viimeisin julkaistu kotimainen raportti, joka käsittelee simulointiohjelmien ominaisuuksia ja kalibrointitarvetta on Tiehallinnon 2003 julkaisema ”Liikennetekninen mallintaminen – nykytila, kehityssuunnat ja mahdollisuudet”. Simulointiohjelmistot kuitenkin kehittyvät jatkuvasti, ohjelmistotalot julkaisevat uusia versioita vanhoista sovelluksistaan ja aina aika ajoin myös uusia toimijoita ilmestyy markkinoille. Tästä syystä simulointimallien vertailua on syytä tehdä toistuvasti esimerkiksi n. 5 vuoden välein.

Seuraavaan 1–2 vuoden sisällä on suositeltavaa käynnistää simulointiohjelmistojen vertailutyö, jossa selvitetään jo nyt Suomessa käytössä olevien ohjelmistojen (mm. Paramics, Vissim ja SimTraffic) soveltuvuus suomen olosuhteisiin, niiden kalibrointitarve sekä kartoitus muihin ohjelmiin, joita Suomessa ei ole vielä ollut sovellettu.

Tämän työn yhteydessä tai sen jatkona on hyvä käynnistää työ, jossa 2–4 valitulle ohjelmistolle laaditaan ohjeistus, jossa on kerrottu tärkeimpien säädettävien parametrien arvot eri tilanteisiin. Ohjeistusta voidaan pitää yllä ja jakaa esim. Liikenneviraston internetsivujen kautta, jolloin ajantasainen tieto on aina kaikkien käytössä.

6.3 Ohjeistuksen kehittäminen

Simulointiselvitysten laadun parantaminen

Laatutekijöiden korostaminen on tarpeen kaikissa välityskykytarkastelujen vaiheissa, jotta laadittujen tarkastelujen hyödyntäminen olisi mahdollista ja aikaa säästävää myöhemmissäkin suunnitteluvaiheissa riippumatta tarkastelujen suorittajasta tai käytetystä ohjelmistosta. Vaikka laatuun vaikuttaa keskeisesti itse simulointi, siinä käytetty menetelmä ja sen tulosten tulkinta, voidaan työn laatu menettää jo lähtötietojen epätarkkuudessa tai väärässä tulkinnassa, mikä voi johtua puutteellisesta lähtötietojen dokumentoinnista.

Lähtötietojen laadun varmistamiseksi voitaisiin käyttää laatukorttia, johon kirjataan tärkeimmät lähtötietojen ominaisuudet. Esimerkiksi saataessa liikenne-ennuste simuloinnin pohjaksi, on syytä kuvata riittävällä tasolla menettely, jolla ennuste on laadittu. Keskeinen laatukortin osio on mallin epävarmuustekijöiden kuvaus. Seuraavassa esimerkkejä laatukortissa tapauskohtaisesti mainittavista seikoista:

- liikennelaskentojen ajankohta, kattavuus, virhemarginaalit, laskenta-aikana vallinneet poikkeukselliset tekijät (esim. lomaliikenne, yleisötapahtumat, reitinvalintaan vaikuttavat tietyöt)
- tarkasteluajankohdat (aamu, päivä, ilta, vuorokausi), sovelletut huipputunti-kertoimet nyky- ja ennustetilanteissa
- maankäyttötietojen ja ennusteiden lähde, arvio realistisuudesta
- aluejaon sopivuus kysyntämatriisia hyödyntävissä sovelluksissa
- liikenteen kasvukertoimet, jollei ennuste perustu suoraan luotettaviin maankäyttötietoihin; autoistumiskehitys ja sen vaikutus kasvukertoimiin
- erityiskohteiden ominaisuudet (esim. kaupan tyyppi, kerrosala, arvioitu vuosimyynti, pysäköintipaikkamäärä)

Tavoitteena on, että lähtötietojen kuvauksen perusteella voidaan varmistua niiden luotettavuudesta ja käyttökelpoisuudesta paitsi kyseisessä tehtävässä, myös muissa samaa tutkimusaluetta koskevissa tarkasteluissa.

Simulointi ja tulosten analysointi

Välityskykytarkastelun onnistumisen kannalta on keskeistä valita tarkasteluun tarkoituksenmukainen ohjelmisto. Ohjelmiston valintaa voidaan helpottaa kuvaamalla eri ohjelmien ominaisuuksia ja käyttöalueita. Ohje voisi myös sisältää hyviä esimerkkejä kunkin ohjelmiston hyvistä käyttökohteista, mutta myös eri ohjelmistojen vertailusta samoissa käyttökohteissa. Ohjelman valintaa ei kuitenkaan voida säädellä kovin tarkkaan monestakin syystä. Usein tutkimuskohteen lähialueella on käytetty jotakin ohjelmaa, jonka tuloksia jo osataan analysoida mahdollisine puutteineenkin. Ohjelmistojen käytön vaatimat resurssit ovat myös hyvin erilaiset ja on osattava valita tehtävän suorittamisen kannalta kustannustehokas ja riittävän

laadun takaava ohjelmisto. Käytettävä ohjelma voi myös olla ennakoon määrätty; esim. tilaaja voi tarjouspyynnössä edellyttää omista syistään tietyn ohjelman käyttöä.

Simulointiohjelmien toimintaa säädellään useilla parametreilla, joiden käyttöä olisi tarpeen toisaalta yhdenmukaistaa, mutta toisaalta myös määritellä seudullisesti kuvaamaan kaupunkiseutujen liikennekulttuureissa esiintyviä eroja. Alueellisten parametrien selvittäminen vaatii tutkimustyötä. Tarpeeksi laajojen tutkimusaineistojen keräämiseksi mallien kalibrointia olisi järkevää tehdä kansainvälisenä yhteistyönä ainakin pohjoismaiden kesken. Tärkeitä parametreja ovat mm. ominaisvälityskyky ja raja-aikaväli. Reitinvalintaa käyttävissä ohjelmissa myös reitinvalintaa säättävien parametrien käyttö vaatii tutkimustyötä ja ohjeistusta.

Simuloinnin tulosten havainnollistamista on syytä kehittää siihen suuntaan, että tulokset eri ohjelmillakin saavutettuna olisivat vertailukelpoisia keskenään. Tuloksina esitetään yleensä kuormitusasteet, viivytykset, jonopituudet ja blocking back -ilmiö. Simuloinnin epävarmuustekijöiden kannalta tulisi myös tehdä herkkyystarkastelua, jonka avulla voidaan osoittaa tutkituissa järjestelyissä oleva varakapasiteetti tai varautua ennakoitua suurempaan tai pienempään liikenne-ennusteeseen. Herkkyystarkastelua voi tehdä myös muuttamalla reitinvalinnan parametreja (esim. kaikki nopeimmalle tai tasapainosijoittelu, puhdas matka-aika tai generalized cost), jolloin varioidaan käytännössä ruuhkautumisen vaikutusta reitinvalintaan. Ilmeisesti ongelmatilanteiden lisääntyessä myös ruuhkien sieto paranee aiheuttaen muutoksia liikennekäyttäytymiseen.

Simuloinnin tulosten analysointia voidaan käytännössä ohjeistaa yksittäisten hankkeiden analyysissä. Tämän lisäksi on aina otettava huomioon tutkittavan kohteen rooli koko liikennejärjestelmässä. Yksittäisen kohteen optimointi voi esimerkiksi johtaa pahempien ongelmien syntyyn muualla ja heikentää liikenteen kokonaissujuvuutta, johtaa liikenteen siirtymiseen sitä huonommin sietäville väylille tai vähentää mahdollisuuksia joukkoliikenteen edistämiseen. Tällöin herkkyystarkasteluna voi olla tarpeen myös testata tutkittavan hankkeen vaikutusta kulkutapojen väliseen työnjakoon, jolloin autoliikenteen kysyntäkohteessa voi olennaisestikin muuttua.

6.4 Kansainvälinen yhteistyö

Kansainvälisen yhteistyön tavoitteena on selvittää, miten voimme täydentää muiden Pohjoismaiden tutkimuksia ja miten voimme hyödyntää heidän tutkimuksiaan. Yhteydenpitoa kohdennetaan erityisesti DanKapiin tutustumiseen ja arviointiin voisiko sitä hyödyntää Suomessa. Lisäksi yhteistyön tavoitteena on tutustua VISSIM- ja muihin pohjoismaisiin ohjeisiin ja niiden soveltuvuuden arvioimiseen sekä mahdolliseen käyttöönottoon Suomessa.

6.5 Kansalliset kehitystarpeet

6.5.1 Lyhyen aikavälin (7 kk) kehitysprojektit

Tämän työn tuloksena ehdotetaan seuraavia jatkoprojekteja:

1. **Ohjeiden tekeminen välityskykytarkasteluja varten.** Voidaan tehdä esim. Espoon kaupungin, Tanskan ja Ruotsin ohjeiden perusteella. Kuvataan prosessi ja raportointi sekä hyödynnetään olemassa olevia ohjeita parametri-valintaan (siltä osin kuin saatavissa). Tarkoituksena tehdä ohje, mutta tilaaja voi poiketa ohjeesta, mikäli syyt ovat tarpeeksi painavat. Ohje tehdään sekä analyyttisille menetelmille että simuloinneille.
2. **Kenttämittaukset.** Tavoitteena on määrittää välityskyvyn parametrejä. Kenttämittauksia olisi tarpeellista tehdä ainakin moottoriteiden sekoittumis-alueista ja rampeista sekä kiertoliittymistä.
3. **Simulointimallien keskinäinen vertailu.** Työssä tehdään Suomessa yleisesti käytössä olevien ohjelmistojen Paramicsin, Vissimin ja Simtrafficin sisäinen vertailu eri parametreillä. Aluksi simuloidaan perusasetuksilla, sitten asetuksilla, joilla päästään kenttämittaustuloksiin, ja tutkitaan eroja. Työssä selvitetään myös Paramicsin, Vissimin ja Simtrafficin osalta miten tulokset muuttuvat, jos esim. 3-4 keskeisintä parametria muutetaan esim. 10 %. Tässä yhteydessä voidaan ottaa yhteyttä myös ohjelmistojen valmistajiin. Työtä jatketaan, kun kenttämittaustulokset ovat käytössä.

Lisäksi seurataan tanskalaisten DanKap-ohjelman kehitystyötä sekä ruotsalaisen METKAP-välityskykytarkasteluohjeen kehitystyötä. Ennen kenttämittausten aloittamista tulisi tehdä ohjelmistovertailua sekä selvittää, millaisia kenttämittauksia METKAP-työssä tehdään ja mahdollisuuksia yhteistyöhön.

6.5.2 Pitkän aikavälin (1–3 vuotta) kehitysprojektit

1. **Suomi mahdollisesti mukaan DanKap-kehitystyöhön.** Ei lähdetä aktiivisesti mukaan CAPCALin kehitystyöhön, mutta seurataan kehitystyön etenemistä. Contramin käyttöä ei edistetä.
2. **Mikrosimulointiohjeen tekeminen.** Ohjeeseen otetaan mallia Ruotsin ja Tanskan vastaavista ohjeista. Ohjeessa on yleinen osa (mm. kohdemallien koordinointi) sekä omat ohjeensa VISSIMille ja Paramicsille, joilla luodaan edellytykset molempien ohjelmien käytölle. Myös SimTraffic/Synchrolle tehdään ohje, ja samalla annetaan suosituksia missä tilanteissa tulisi käyttää kehittyneempää ohjelmaa.
3. **Kohdemallien koordinointi.** Mietitään liitetäänkö osaksi mikrosimulointiohjetta (kohta 2). Tämän ohjeen tulisi sisältää taulukko tms., johon kirjataan simulointityön olennaisimmat asiat, kuten tekijän nimi, ohjelma, käytetty liikenne-ennuste. Kohdemallien koordinointiin tulisi liittää myös kartta-palvelu.
4. **Harkitaan osallistumista METKAP-työhön.**

Lähdeluettelo

Kosonen, Iisakki. Kurssin Yhd-71.148 ”Liikenteen simulointi” luentokalvot. TKK, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. 2007. Espoo.

Luttinen R. T., Pursula M., Innamaa S. Liikennevirran ominaisuudet. Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, Opetusmoniste 15. 2005. Espoo.

Niittymäki, Jarkko et. al. Liikennetekninen mallintaminen - nykytila, kehityssuunnat ja mahdollisuudet. Tiehallinnon selvityksiä 28/2003. Helsinki.

Ramboll 2010. Simulointimallien vertailu - sisäinen tutkimus- ja kehitysprojekti. Julkaisematon muistio 02/2010. Espoo.

Suomenkieliset haastattelukysymykset

Huom. Vastaukset erotellaan koskemaan

- a) yksittäisen liittymän suunnittelua ja
- b) laajemman tie- tai katujakson suunnittelua.

TAUSTAA

1. Mikä on tehtävänne ja vastuunne liikenteen välityskykytarkasteluihin liittyvissä asioissa?

TILAAJAN ROOLI

1. Mikä on viranomaisen rooli liikennemallien jakamisessa ja tehtyjen mallien koordinoinnissa?
2. Omistaako viranomainen tehdyt mallit? Jakaako viranomainen malleja vapaasti kaikille?
3. Onko viranomaisilla tarvetta omistaa simulointiohjelmistoja tai suunnittelussa syntyneitä malleja?
4. Tulisiko välityskykylaskentoja koordinoita ja kehittää valtakunnallisesti esim. Liikenneviraston toimesta?

PROSESSI JA OHJEISTUS

1. Mitkä ovat suurimmat ongelmat välityskykytarkasteluissa?
2. Minkä tyyppisissä tarkasteluissa liikenteen toimivuus/väyläkapasiteetin tarkistaminen tulisi tehdä tai edellytetään tehtäväksi? Minkälainen käytäntö on muodostunut tarkastelujen vaatimukseksi tai suositukseksi tehdä?
3. Mitä ohjeita ei noudateta käytännön työssä? Miten ne kierretään, ja millaisissa tilanteissa? Miten suunnittelijat toimivat käytännössä?
4. Minkälaisen ohjeistuksen välityskykytarkasteluihin viranomaiset laativat ja tarjoavat konsulttien ja muiden toimijoiden käyttöön?
5. Onko mallien tulosten mukaisista suosituksista poikettu? Jos kyllä, niin millaisissa tilanteissa?
6. Miltä osin ohjeistusta tulisi tarkentaa?
7. Miten liikennemallit otetaan huomioon väylähankkeiden suunnittelutöiden eri vaiheissa, ml. tarjousvaihe?

OHJELMISTOT, MATEMAATTISET MALLIT, LASKENTATAULUKOT, JNE.

1. Mitä eri ohjelmistoja, analyyttisiä laskentamenetelmiä ja käyrästöjä toimistollanne on käytössä välityskykytarkasteluihin?
2. Minkälaisissa hankkeissa em. ohjelmistoja jne. käytetään (esim. missä suunnitteluvaiheessa, miten isoissa projekteissa)? Mihin eri mallit parhaiten sopivat?
3. Kuinka paljon hyödynnetään perinteisiä laskentamalleja (esim. Highway Capacity Manual) ohjelmistojen sijaan? Millaisissa kohteissa?
4. Onko malleja kalibroitu paikallisiin olosuhteisiin? Jos kyllä, niin miltä osin?
5. Voidaanko käytössä olevien mallien parametreja säätää vapaasti? Mitkä välityskyvyn ohjearvoja käytetään suunnittelussa? Ja mihin ne perustuvat?
6. Ovatko mallin antamat tulokset olleet kokemuksen mukaan luotettavia?
7. Mitkä ovat kokemukset työnaikaisten järjestelyiden simuloinneista? Onko niitä tehty? Jos kyllä, niin millä ohjelmilla? Ovatko tulokset olleet luotettavia?

Englanninkieliset haastattelukysymykset ulkomaisille viranomaisille

Notice: Answers must be divided into two groups

I individual junction planning and

II larger road or street sections / networks.

1. What is the role and responsibility of the authority in question (=client) in securing the capacity of the transport network?
2. Who are the different stakeholders in your country / city in capacity analysis and what is their role in that?
3. Which tools the authority in question or consultant employed by them are using for the capacity analyses:
 - macroscopic modeling programs (eg. EMME/, Visum,)
 - microscopic simulation softwares (eg. Quadstone Paramics, Vissim, Synchro/SimTraffic, etc...)
 - analytical calculation methods and/or mathematical diagrams
4. For what kind of projects (which kind of studies, in which planning phase, how large projects/networks) are these models used for? And for which purposes are the models suitable?
5. (please collect the answers separately for each tool)
6. Which instructions are not followed in practice? Why and how are the instructions and guidelines discarded, and in what kind of situations? (How planners and clients really work in practice?)
7. How often traditional mathematical models (eg. Highway capacity manual) are used instead of computer software, and in what kind of projects?
8. Does the authority have their own expertise in using and developing the models?
9. Are models calibrated to local conditions, or are only certain parts of them calibrated?
10. Form the interviewee's point of view what are the major challenges in the capacity analysis studies?
 - problems with software?
 - lack of guidelines?
 - lack of coordination?
 - lack of knowledge on the designer's side?
 - lack of knowledge on the clients' side?
 - the huge variety of different tools and working methods?
 - some other reason?

11. What kind of guidelines, recommendations or regulations for capacity analysis authorities (=clients) have, and offer to the consultants and other parties?
12. What is the role of authority (=client) in sharing traffic models and coordinating all the models that have been made?
13. Does the authority have the rights to own the models made in projects, and are the models shared freely by the authority (eg. to other consultants) ?
14. Can the parameters of the tools be adjusted freely? Or are there only some parameters that can be adjusted?
15. What guideline values for capacity are used in the planning? And what are they based on?
 - urban environment?
 - signalized intersections?
 - roundabouts?
 - signalized intersections?
 - driving lanes?
 - urban highways?
 - highway lanes?
 - ramps?
 - merging areas?
 - rural highways?
 - highway lanes?
 - ramps?
 - merging areas?
16. How capacity analyses are taking into account in different phases?
 - tender process – TOR documents?
 - evaluation of tenders?
 - during project?
 - reporting?
 - after the project? (how the results are saved and utilized after the project?)
17. Is the authority currently developing, or going to develop capacity analysis softwares or other analytical calculation methods ? Or do they wish that others (eg. consultants, universities, research centers) will do the R&D work?
18. What kind of national development programs related to capacity analysis are planned or are already in progress, and who is financing these programs? In what format are the results of these studies shared? and are there some results that could be utilized here in Finland?
19. Could the Finnish give some calibration material to possible R&D projects or participate in them in some other manner?
20. Would Danish / Swedish want the Finnish to participate the inter-Nordic development work of capacity models? If yes, is there already this kind of program in progress?

Haastatellut henkilöt

Tilajaajat

Helsingin kaupunki: Anna Pätynen, Katariina Baarman, Matti Kivelä

Oulun kaupunki: Jukka Talvi, Erkki Martikainen

Espoon kaupunki: Aulis Palola

POP-ELY: Jani Huttula, Risto Leppänen

Uud-ELY: Sami Mankonen

Tampere: Timo Seimelä

HSL: Pekka Rätty

Vantaa: Leena Viilo

Konsultit

Trafix: Riku Nevala, Jouni Ikäheimo, Matti Keränen

WSP: Reetta Putkonen, Olli Haveri

Sito: Tapani Särkkä

Strafica: Miikka Niinikoski

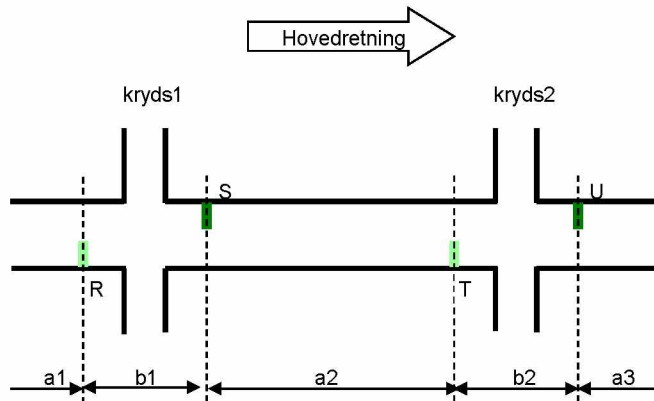
Ramboll: Maija Musto, Karel Capek

Ulkomaiset tilaajat

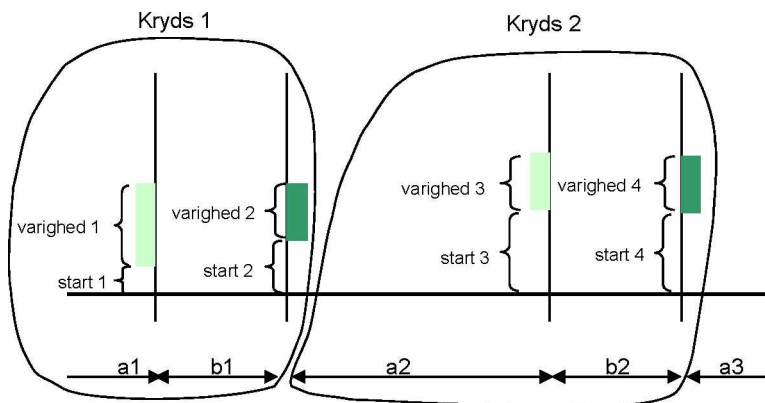
Tanska: Henning Sørensen, The Danish Road Directorate

Ruotsi: Tobias Johansson, Tukholman kaupunki ja Staffan Bergstrom, Trafikverket

Kööpenhaminan kaupungin ohje vierekkäisten liittymien tarkasteluun

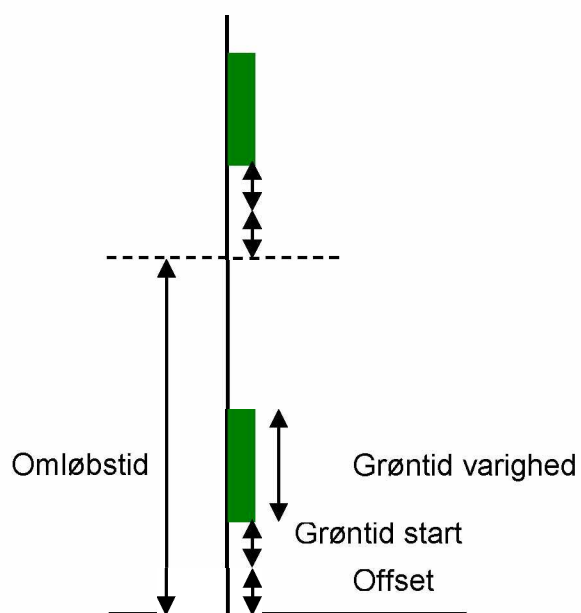


Geografi og afstande



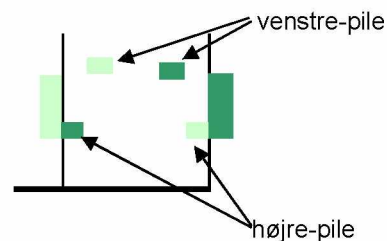
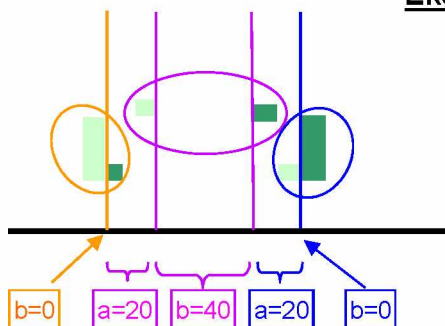
Afstande og tider

Omløbstid og offset



Eksempel med svingpile i begge retninger

3 kryds i ét



Eksempel med bus forlængelse og afkorting

3 kryds i ét

